

Resumo

Este estágio consistiu no desenvolvimento de protótipos com microcontroladores, tendo como fio condutor a inovação, na medida em que se foram sempre introduzindo novas tecnologias mesmo nos produtos já existentes no mercado, não só de modo a garantir que não se limitava a seguir uma linha já existente, como a atribuir aos produtos uma vantagem competitiva no mercado.

Como base de trabalho foi escolhida a plataforma PIC pela sua estrutura sólida, que aliada a uma forte componente electrónica garantiu que se podia explorar qualquer campo.

Nesse âmbito, Este estágio foi bastante importante tanto para a empresa a nível de inovação, como pessoal, a nível de aprendizagem e evolução especialmente no que diz respeito aos microcontroladores.

Palavras-chave: inovação, microcontroladores, PIC, electrónica, protótipos.

Abstract

This internship was based on the development of prototypes with microcontrollers, with the thread innovation, as it were introducing new technologies even in existing products on the market, not only to ensure that not merely follow a line already existing products such as assigning a competitive advantage in the market.

As a working basis was chosen PIC platform due to its solid structure, which combined with a strong electronic component ensured that any field could be explored.

In this context, this internship was very important both for the company in terms of innovation, such as personnel, as by the level of learning and development especially in relation to microcontrollers.

Keywords: *innovation, microcontrollers, PIC, electronics, prototypes.*

Agradecimentos

Não posso deixar de agradecer à Redfénix Engenharia pela possibilidade que me foi dada para realizar este estágio.

Agradeço ao professor Carlos Ferreira por todo o apoio dado ao longo deste processo.

Agradeço ainda aos restantes professores do departamento.

Aos meus pais pelo esforço dispendido.

Aos familiares e amigos pelo apoio e compreensão.

Índice

Resumo	i
Abstract	iii
Agradecimentos	v
Índice	vii
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xv
Lista de abreviaturas e siglas	xvii
Corpo do relatório	xix
1. Introdução	1
1. Microcontrolador	3
1.1. Introdução	3
1.2. PIC18F2550	4

1.3. Conversor A/D	4
1.4. Modos de relógio externo	5
1.4.1. Modo EC	5
1.4.2. Modo LP (Baixa potência)	5
1.4.5. Modo RC	6
1.4.6. Modo RCIO	7
1.5. Delay	7
1.6. Interrupções	8
2. Interface para micro controladores	9
2.1. Introdução	9
2.2. Circuito de interface com transístor	9
2.2.1. Bipolar	9
2.2.2. MOSFET	10
2.3. Relé	11
2.4. LED	11
2.5. Transdutor piezoeléctrico	12
2.6. Interruptor	13
2.7. Potenciómetro	14
2.8. LCD	14
3. Projectos	17
3.1. Introdução	17

3.2. AEG	17
3.2.1. Introdução	17
3.2.2. Esquemático	21
3.2.3. Conclusão	22
3.3. Kit de desenvolvimento	23
3.3.1. Introdução	23
3.3.2. Esquemático	24
3.3.3. Conclusão	30
3.4. Módulo LCD	30
3.4.1. Introdução	30
3.4.2. Esquemático	32
3.4.3. Conclusão	33
3.5. Módulo SDCard	34
3.5.1. Introdução	34
3.5.2. Esquemático	34
3.5.3. Fluxograma	37
3.5.4. Conclusão	37
3.6. Detector de avarias em LCD / Inversor	38
3.6.1. Introdução	38
3.6.2. Esquemático	40
3.6.3. Fluxograma	43
3.6.4. Conclusão	43
3.7. Unidade de exposição UV	44
3.7.1. Introdução	44
3.7.2. Esquemático	49
3.7.3. Fluxograma	52
3.7.4. Conclusão	53
3.8. Multímetro Logger	53

3.8.1.	Introdução	53
3.8.2.	Esquemático	55
3.8.3.	Fluxograma	57
3.8.4.	Conclusão	59
3.9.	DC Shunt	59
3.9.1.	Introdução	59
3.9.2.	Esquemático	61
3.9.3.	Fluxograma	65
3.9.4.	Conclusão	66
4.	Conclusões	67
	Referências bibliográficas	69
5.	Anexos	73
	Anexo A – AEG	73
	Anexo B – Kit de desenvolvimento	75
	Anexo C – Módulo LCD	76
	Anexo D – Módulo SD/MMC	77
	Anexo E – Detecção de avarias em LCD/Inversor	79
	Anexo F – UV	81
	Anexo G – Logger	87
	Anexo H – Sensor de corrente	93

Índice de figuras

Figura 1.1 – Exemplo de configuração do oscilador externo	5
Figura 1.2 – Esquema do oscilador externo em modo EC.....	5
Figura 1.3 – Esquema do oscilador externo.....	6
Figura 1.4 – Circuito RC.....	7
Figura 1.5 – Exemplo de implementação de uma interrupção interna	8
Figura 2.1 – Circuito de interface com transistor bipolar	10
Figura 2.2 – Circuito de interface com MOSFET	10
Figura 2.3 – Circuito de interface com relé	11
Figura 2.4 – Circuito de interface com led ligado à massa.....	12
Figura 2.5 – Circuito de interface com led ligado à alimentação	12
Figura 2.6 – Circuito de interface com transdutor piezoelétrico.....	13
Figura 2.7 – Circuito de interface com interruptor com resistência de pull-up	13
Figura 2.8 – Circuito de interface com interruptor com resistência de pull-down	14
Figura 2.9 – Circuito de interface com potenciômetro	14
Figura 2.10 – Circuito de interface com LCD Nokia.....	15
Figura 2.11 – Configuração do LCD	15
Figura 3.1 – Mecanismo de uma AEG [2].....	18
Figura 3.2 – Diagrama de blocos do sistema	19
Figura 3.3 – Esquema simplificado do motor em funcionamento	19
Figura 3.4 – Esquema simplificado do motor sob <i>active braking</i>	20
Figura 3.5 – Circuito combinado entre modelo <i>Panther</i> e <i>Jaguar</i>	21
Figura 3.6 – Camada superior da PCB com os componentes assembled.....	22
Figura 3.7 – Gearbox	22
Figura 3.8 – Base para o kit de desenvolvimento	23
Figura 3.9 – Alimentação e tensões fixas	24
Figura 3.10 – Socket Mini PCI Express para módulo do PIC	25
Figura 3.11 – Botões de pressão e potenciômetro	26
Figura 3.12 – Transdutor piezoelétrico	26
Figura 3.13 – LCD e USB	27
Figura 3.14 – <i>Joystick</i> analógico PSP [Outubro de 2012]	28

Figura 3.15 – <i>Joystick</i> analógico PSP.....	28
Figura 3.16 – LED's e <i>joystick</i> analógico.....	29
Figura 3.17 – Oscilador e ficha de programação RJ11.....	29
Figura 3.18 – Display de 7 segmentos.....	30
Figura 3.19 – Vista frontal do LCD Nokia 3310.....	31
Figura 3.20 – Vista traseira do LCD Nokia 3310.....	32
Figura 3.21 – Esquemático do módulo LCD.....	33
Figura 3.22 – PCB do Módulo LCD.....	33
Figura 3.23 – Esquemático das ligações do MCP1253	35
Figura 3.24 – Alimentação de 3.3V e resistências de pull – up	35
Figura 3.25 – <i>Buffers</i>	36
Figura 3.26 – Leitor de cartões e conector de interface.....	36
Figura 3.27 - Fluxograma	37
Figura 3.28 – PCB do módulo SD/MMC.....	38
Figura 3.29 – Exemplo de Inversores [27]	39
Figura 3.30 – Diagrama de blocos do detector de avarias em LCD/Inversor	39
Figura 3.31 – PIC e Oscilador	40
Figura 3.32 – Circuito de alimentação.....	41
Figura 3.33 – Circuito de selecção de teste	42
Figura 3.34 - Fluxograma	43
Figura 3.35 – Diagrama de blocos da unidade de exposição UV.....	44
Figura 3.36 – Scanner interior	45
Figura 3.37 – Scanner.....	45
Figura 3.38 – Diagrama de cálculo da distância entre LED's.....	46
Figura 3.39 – Disposição dos LED's.....	46
Figura 3.40 – Base de Led's em acrílico	47
Figura 3.41 – Ligações entre Led's	47
Figura 3.42 – Circuito superior.....	48
Figura 3.43 – Circuito inferior.....	48
Figura 3.44 – Circuito completo.....	49
Figura 3.45 – Circuito de alimentação.....	49
Figura 3.46 – Circuito do PIC	50

Figura 3.47 – Circuito de transdutor piezoelétrico, mini-USB e programação	51
Figura 3.48 – Saída para botões de pressão	51
Figura 3.49 - Fluxograma	52
Figura 3.50 – Diagrama de blocos do projecto	54
Figura 3.51 – Alimentação do circuito	55
Figura 3.52 – PIC	55
Figura 3.53 – Botões de pressão	55
Figura 3.54 – Multímetro	56
Figura 3.55 – Circuito de transdutor piezoelétrico e de switch.....	56
Figura 3.56 – Conectores dos módulos SD/MMC e LCD	57
Figura 3.57 – Módulo de conversão RS232	57
Figura 3.58 – Fluxograma.....	58
Figura 3.59 – Aspecto final da PCB	59
Figura 3.60 – Diagrama de blocos do sistema	60
Figura 3.61 – Shunt.....	60
Figura 3.62 – Alimentação.....	61
Figura 3.63 – Pic e oscilador	61
Figura 3.64 – Botões de pressão	62
Figura 3.65 – Circuito amplificador da tensão no shunt e divisor de tensão	62
Figura 3.66 – Conectores de LCD e programação do PIC	63
Figura 3.67 – Pull up e ficha dos botões de pressão	63
Figura 3.68 – Circuito de comando do TRIAC	63
Figura 3.69 – Circuito de comando do relé.....	64
Figura 3.70 - Fluxograma	65
Figura 3.71 – Camada superior da PCB	66
Figura 3.72 – Camada inferior da PCB.....	66
Figura 5.1 – Top.....	73
Figura 5.2 – Bottom	74
Figura 5.3 – Componentes	74
Figura 5.4 – Top.....	75
Figura 5.5 – Bottom	75
Figura 5.6 – Componentes	76

Figura 5.7 – Bottom.....	76
Figura 5.8 – Componentes.....	77
Figura 5.9 – Top	77
Figura 5.10 – Bottom.....	78
Figura 5.11 – Componentes.....	78
Figura 5.12 – Top	79
Figura 5.13 – Bottom.....	80
Figura 5.14 – Componentes.....	80
Figura 5.15 – Top	81
Figura 5.16 – Bottom.....	81
Figura 5.17 – Componentes.....	82
Figura 5.18 – Disposição dos LED's.....	83
Figura 5.19 – Top	87
Figura 5.20 – Bottom.....	88
Figura 5.21 – Componentes.....	88
Figura 5.22 – Top	93
Figura 5.23 – Bottom.....	93
Figura 5.24 – Componentes.....	96
Figura 5.25 – Botões de pressão	96
Figura 5.26 – Componentes.....	96

Índice de tabelas

Tabela 3-1 – Características dos modelos utilizados [3]	21
Tabela 3-2 – Pinos do LCD	27
Tabela 3-3 – Pinos Mini USB	27
Tabela 3-4 – Pinos do <i>joystick</i> analógico	28
Tabela 3-5 – Descrição dos pinos do LCD Nokia 3310	32
Tabela 3-6 – Configuração dos pinos nas fichas de saída do sistema	40

Lista de abreviaturas e siglas

AEG – *Airsoft Electric Gun*

CNC – *Computer Numeric Control*

LCD – *Liquid Cristal Display*

LED – *Light Emitting Diode*

MMC – *Multi Media Card*

PC – *Personal Computer*

PCB – *Printed Circuit Board*

PIC – *Peripheral Interface Controller*

SD – *Secure Digital*

SMD – *Surface Mount Device*

USB – *Universal Serial Bus*

UV – *Ultra violet*

Corpo do relatório

No primeiro capítulo consta a introdução geral do relatório de estágio, bem como os objectivos do mesmo.

No capítulo 2 explica-se o microcontrolador e as suas funcionalidades, com destaque para as utilizadas.

No capítulo 3 apresentam-se os circuitos utilizados, de interface com o microcontrolador.

No capítulo 4 explicam-se os projectos efectuados.

No capítulo 5 apresentam-se as conclusões gerais do relatório

1. Introdução

Sendo este um relatório de estágio, a metodologia utilizada será um pouco diferente do habitual relatório de projecto final, na medida em que não se desenvolveu um só projecto, mas sim vários, cumprindo sempre requisitos impostos pela empresa, no caso dos projectos com a finalidade de otimizar processos dentro da empresa, ou pelo cliente, no caso dos protótipos destinados à comercialização.

O estágio decorreu entre Outubro de 2011 e Julho de 2012 na empresa Redfénix Engenharia Lda., sediada na Alameda 1º de Março, em Tomar. Esta é uma empresa que explora várias vertentes da engenharia, incidindo não só na área da manutenção de todo o tipo de aparelhagem electrónica, como no desenvolvimento de soluções tecnológicas, tanto a nível de *hardware* como de *software*.

O primeiro passo neste estágio, passou pela escolha da plataforma a utilizar, em termos de microcontroladores. Analisou-se o estado da arte e concluiu-se que seria essencial utilizar os microcontroladores PIC. Esta escolha deveu-se ao nível de exigência e capacidade de evolução, por oposição à plataforma Arduino.

Posteriormente escolheu-se o compilador a utilizar (CCS PICC) e estudou-se o funcionamento do mesmo, explorando as suas capacidades e modos de implementação de funções.

2. Microcontrolador

2.1. Introdução

Na maioria dos projectos desenvolvidos durante o estágio, existiu um denominador comum – microcontroladores, e os projectos que não os incluíam, serviam para interagir com este. Assim, este capítulo tem como objectivo explicar o funcionamento das funções do microcontrolador PIC, apresentando exemplos de implementação sempre que se justifique. Note-se que foi utilizado um compilador (CCS PICC) diferente do utilizado no ensino, o que por si só justifica que se demonstre a evolução alcançada numa nova ferramenta. Isto surge igualmente pelo facto de todos os *datasheet* do microcontroladores utilizados, da Microchip, serem baseados nos compiladores fornecidos pela marca (C18, por exemplo). Ou seja, houve em todos os casos uma pesquisa inicial do modo de funcionamento das várias funcionalidades, passando numa fase seguinte à sua compreensão. Posteriormente, as mesmas foram analisadas, e aplicadas ao compilador utilizado, procurando criar analogias de modo a facilitar uma linha condutora que permitisse fazer a transição entre compiladores, visando a implementação das funções.

Ao contrário do que se possa pensar não existe um PIC que seja melhor que os outros. O melhor PIC é o que cumpre os requisitos e necessidades de cada projecto, sendo que devem ser analisados os seguintes parâmetros:

- Número de entradas/saídas (I/O) necessárias;
- Comunicações (SPI, UART, USB);
- Conversor A/D;
- Preço.

A vantagem de se analisarem os parâmetros referidos, reside na garantia de uma escolha sólida capaz de corresponder às expectativas do projecto, baixando inclusive o custo do mesmo. Convém ter em atenção que o preço acompanha, em sentido inverso, as quantidades, ou seja, quanto maior a quantidade a adquirir, mais o preço unitário baixa. Sendo que por vezes torna-se mais vantajoso adquirir um PIC abrangente em termos de funcionalidades, em maior quantidade, do que adquirir à justa medida em termos de requisitos e quantidade.

Deste modo, introduz-se o PIC18F2550, que foi o mais utilizado precisamente pela garantia de que as suas funcionalidades serviriam para as necessidades dos projectos a desenvolver, com a vantagem de comportar um custo contido mediante as condições referidas no parágrafo anterior.

2.2. PIC18F2550

Como já dito anteriormente, este é um PIC extremamente completo, segundo os requisitos necessários. Destacam-se os 10 pinos analógicos, com uma resolução de 10 bits no que respeita à conversão analógico - digital; os pinos de dados relativos a comunicações série (SPI), RS232, USB, que foram as mais utilizadas; o facto de não possuir Porto D, mas ainda assim ser possível implementar o controlo de *display*/LCD; e o facto de possuir quatro temporizadores.

Note-se que se trata de um microcontrolador com 32Kbytes de memória *Flash*, o que permite armazenar, segundo o fabricante, 16384 instruções.

2.3. Conversor A/D

O módulo do conversor analógico-digital possui dez entradas, disponibilizando uma resolução de 10-bit

$$Resolução\ ADC\ (V) = \frac{5V}{2^{n^o\ de\ bits} - 1} \quad (1)$$

$$Resolução\ ADC\ (V) = \frac{5V}{2^{10} - 1} \cong 4,8876mV \quad (2)$$

2.4. Modos de relógio externo

De modo a que o oscilador externo funcione à velocidade que se pretende, é necessário proceder à sua configuração, que tanto pode ser feita no cabeçalho aquando da escrita do código (*Fuses*), que foi o único método utilizado, como através do *software* de programação (Mplab) utilizando os bits de configuração (*Configuration Bits*).

```
#fuses HS
```

Figura 2.1 – Exemplo de configuração do oscilador externo

2.4.1. Modo EC

Este modo utiliza o relógio do sistema, configurando-o como oscilador externo tal como na Figura 2.2 – Esquema do oscilador externo em modo EC, funcionando com frequências até aos 20MHz.

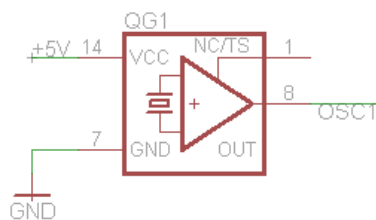


Figura 2.2 – Esquema do oscilador externo em modo EC

2.4.2. Modo LP (Baixa potência)

Este modo é utilizado apenas com cristais de baixa frequência – 32,768kHz – que são os mais utilizados em relógios de quartzo. É também, de todos os modos, o que apresenta um consumo de corrente mais baixo.

2.4.3. Modo XT

Apresenta um consumo de corrente intermédio e é utilizado com cristais até 8MHz.

2.4.4. Modo HS (Alta velocidade)

Apresenta o consumo de corrente mais elevado e é utilizado com cristais a partir dos 8MHz. Note-se que este foi o modo que se escolheu utilizar em todos os projectos, devido principalmente à gama de frequências suportada.

Os modos anteriores possuem a mesma configuração, apresentada na Figura 2.3 – Esquema do oscilador externo.

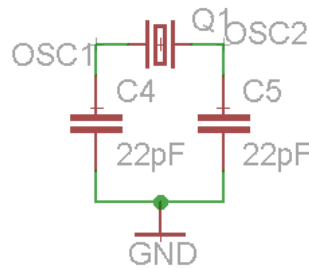


Figura 2.3 – Esquema do oscilador externo

Note-se ainda que para os modos XT e HS – entre 100kHz e 20MHz – há a possibilidade de utilizar ressoadores cerâmicos no lugar dos cristais de quartzo, sendo ligados de igual modo, já que estes apresentam características semelhantes. A vantagem sobre os cristais está no custo reduzido, o que traz uma desvantagem, que passa por não apresentarem uma frequência tão estável como os cristais.

Há ainda a possibilidade do oscilador funcionar com uma frequência imposta por uma resistência – condensador, o que se apresenta como uma solução mais simples e barata. Neste modo estão disponíveis dois tipos de configuração.

2.4.5. Modo RC

Neste modo o circuito RC é ligado ao pino OSC1, como na Figura 2.4 – Circuito RC, ficando o pino OSC2 com a frequência do oscilador RC, dividida por quatro, à sua saída, possibilitando o seu uso para calibração ou sincronização.

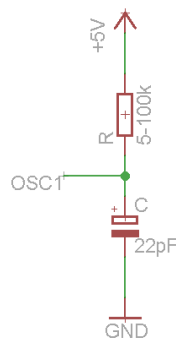


Figura 2.4 – Circuito RC

2.4.6. Modo RCIO

A diferença entre este modo e o anterior passa pelo facto de o pino OSC2 ficar, neste caso, livre para ser usado como I/O geral.

A frequência do circuito oscilador é calculada através da seguinte fórmula:

$$f = \frac{1}{T} \quad (3)$$

Onde:

$$T = RC \quad (4)$$

Note-se que não houve referência ao oscilador interno. Tal acontece pelo simples facto de não ter sido utilizado.

2.5. Delay

O *delay* consiste num atraso de tempo. A desvantagem desta função é que o programa pára, e enquanto o tempo definido não se esgota as instruções seguintes não são executadas. A vantagem é que pode ser implementado em códigos pequenos ou em situações em que não haja grandes exigências em termos de tempo de resposta.

2.6. Interrupções

Existem interrupções internas e externas, sendo que as primeiras são causadas por meio de código, e as segundas por periféricos. Tem-se na Figura 2.5 – Exemplo de implementação de uma interrupção.

```
#int_timer1

void interrupt()
{
}

void main()
{
  setup_timer_1 (T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1);
  set_timer1(500);
  enable_interrupts(global);
  enable_interrupts(int_timer1);
}
```

Figura 2.5 – Exemplo de implementação de uma interrupção interna

As vantagens das interrupções assentam no facto de correrem ao mesmo tempo que o programa e poderem ser habilitadas/desabilitadas quando necessário.

As desvantagens estão relacionadas com a quantidade de memória do PIC que estas utilizam.

3. Interface para micro controladores

3.1. Introdução

Os microcontroladores PIC têm uma capacidade de *source* / *sink* de 25mA nos seus pinos [1]. Isto quer dizer que são capazes de fornecer (*source*) corrente até 25mA e de deixar passar (*sink*) corrente com esse mesmo limite. Assim sendo, há casos em que essa corrente é suficiente para o circuito de interface. Neste capítulo serão demonstrados os circuitos de interface utilizados ao longo dos projectos, servindo desse modo também como componente introdutória dos mesmos no que toca à explicação dos esquemáticos.

3.2. Circuito de interface com transístor

3.2.1. Bipolar

O díodo na Figura 3.1 – Circuito de interface com transístor bipolar, é um díodo de roda livre.

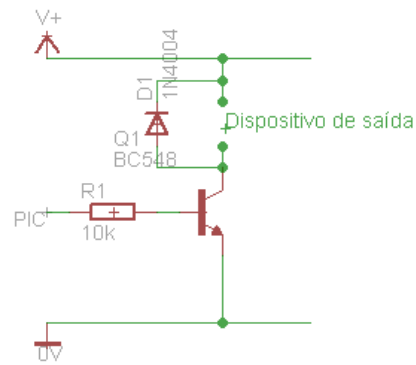


Figura 3.1 – Circuito de interface com transístor bipolar

$$V = L \times \frac{dI}{dt} \quad (5)$$

Quando a corrente cai repentinamente para zero, di/dt tende para infinito, resultando numa tensão que pode resultar em danos para os outros componentes. O diodo promove um caminho para esta corrente indutiva fluir.

3.2.2. MOSFET

Estes transístores podem substituir os pares Darlington para accionar cargas de média/alta potência. Os MOSFET podem apresentar um R_{dsOn} muito baixo para dispositivos de baixa tensão, o que provoca uma queda de tensão reduzida. A utilização do diodo de roda livre é necessário no caso de actuação de cargas indutivas, como apresentado na Figura 3.2 – Circuito de interface com MOSFET.

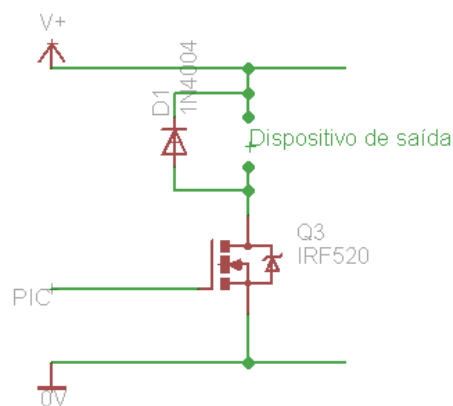


Figura 3.2 – Circuito de interface com MOSFET

3.3. Relé

O relé serve para acionar dispositivos de maior potência e podem ser alimentados por fontes de alimentação separada, consoante as suas características. A principal vantagem deste é o isolamento entre circuitos. Note-se a utilização do diodo de roda livre em paralelo com a bobina do relé na Figura 3.3 – Circuito de interface com relé.

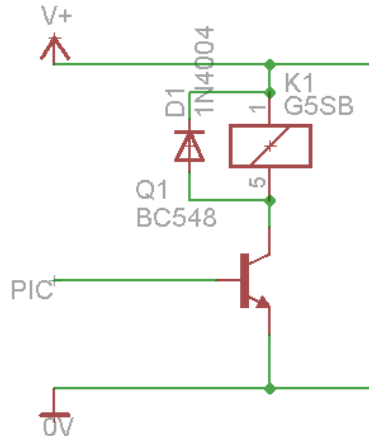


Figura 3.3 – Circuito de interface com relé

3.4. LED

Como os LED's necessitam de corrente directa na ordem dos 20-25mA, podem ser ligados directamente aos pinos do PIC, tendo apenas que se acrescentar uma resistência de modo não só a limitar a corrente como também a suportar a queda de tensão excedente entre V+ e a tensão de condução do led.

O led pode ser utilizado de duas maneiras. Pode ser ligado à massa, sendo activado através de uma saída do PIC, sempre que esta esteja no estado alto (1), como na Figura 3.4 – Circuito de interface com led ligado à massa.

Neste caso tem-se:

$$V_{pic} = R1 \times I + V_{led} \quad (6)$$

Onde:

$$R1 = \frac{V_{pic} - V_{led}}{I} \quad (7)$$

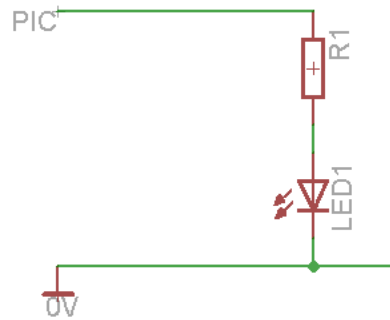


Figura 3.4 – Circuito de interface com led ligado à massa

Pode também ser ligado à alimentação, sendo activado através de uma saída do PIC, sempre que esta esteja no estado baixo (0), como apresentado na Figura 3.5 – Circuito de interface com led ligado à alimentação.

Onde:

$$V+ = R1 \times I + V_{led} \quad (8)$$

E R1 é dado por:

$$R1 = \frac{(V+) - V_{led}}{I} \quad (9)$$

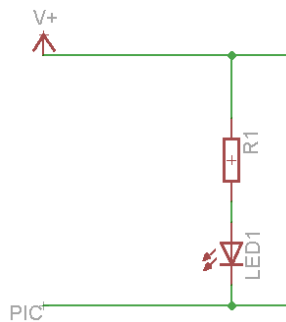


Figura 3.5 – Circuito de interface com led ligado à alimentação

3.5. Transdutor piezoeléctrico

Normalmente utilizado como fonte sonora de alarme, de acordo com o esquema da Figura 3.6 – Circuito de interface com transdutor piezoeléctrico.

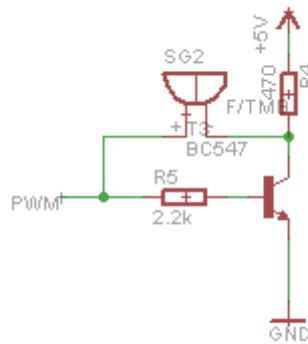


Figura 3.6 – Circuito de interface com transdutor piezoelétrico

3.6. Interruptor

Apesar de existir uma enorme variedade de interruptores, os utilizados, tal como a maioria, possui um contacto, que ou está aberto – interruptor a *off* – ou está fechado – interruptor a *on*. Estes podem ser ligados de duas maneiras distintas. Como na Figura 3.7 – Circuito de interface com interruptor com resistência de pull-up.

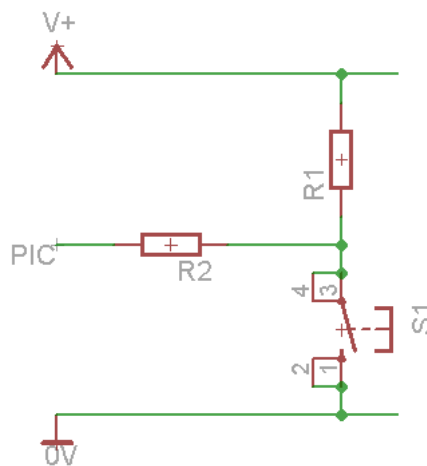


Figura 3.7 – Circuito de interface com interruptor com resistência de pull-up

Ou como na Figura 3.8 – Circuito de interface com interruptor com resistência de pull-down.

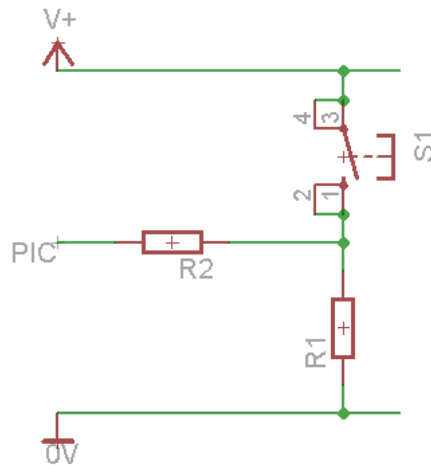


Figura 3.8 – Circuito de interface com interruptor com resistência de pull-down

3.7. Potenciômetro

O potenciômetro proporciona o primeiro contacto com os módulos analógicos do microcontrolador, servindo para simular processos analógicos. O seu esquema de ligação segue o apresentado na Figura 3.9 – Circuito de interface com potenciômetro.

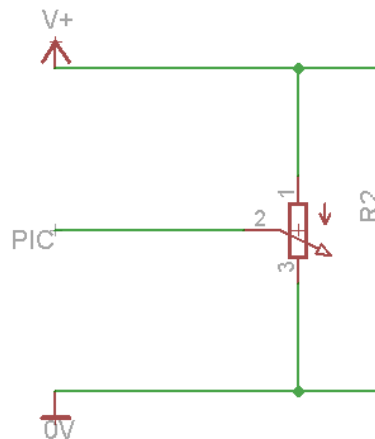


Figura 3.9 – Circuito de interface com potenciômetro

3.8. LCD

A utilidade do LCD reside no facto de este transformar a informação em dados visuais. A sua configuração quando utilizado directamente ligado ao PIC é relativamente simples,

como se verifica na Figura 3.10 – Circuito de interface com LCD Nokia, com as configurações segundo a Figura 3.11 – Configuração do LCD.

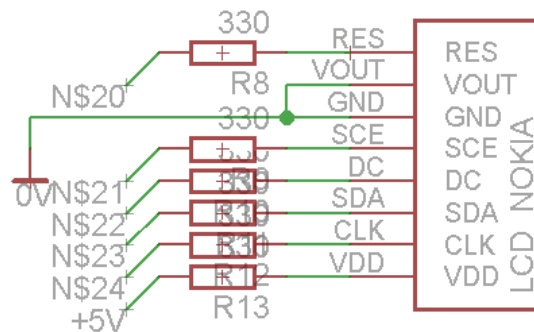


Figura 3.10 – Circuito de interface com LCD Nokia

```
#define nok_sclk PIN_b1
#define nok_sda  PIN_b6
#define nok_dc   PIN_b7
#define nok_cs   PIN_b4
#define nok_res  PIN_b5
```

Figura 3.11 – Configuração do LCD

4. Projectos

4.1. Introdução

Este é o capítulo principal, que reflecte o trabalho implementado ao longo do estágio. Aqui serão explicados os projectos efectuados, bem como os seus objectivos. Para cada projecto será apresentado, no campo da electrónica, o esquemático desenvolvido com lugar a demonstração e justificação dos dimensionamentos efectuados. No campo da programação dos microcontroladores será apresentado apenas o fluxograma do respectivo código.

Note-se que em anexo, mediante as devidas identificações, serão apresentados os esquemáticos das PCB, bem como o código C referente ao respectivo projecto.

4.2. AEG

4.2.1. Introdução

Uma AEG (*Airsoft Electric Gun*) como o próprio nome indica, é uma arma eléctrica de *Airsoft*, sendo constituída por seis componentes chave: - uma bateria que alimenta todo o sistema, motor de alto binário, mola, câmara-de-ar, gatilho e *gearbox*, que é a estrutura que serve de base a todo o sistema de acordo com a Figura 4.1 – Mecanismo de uma AEG.

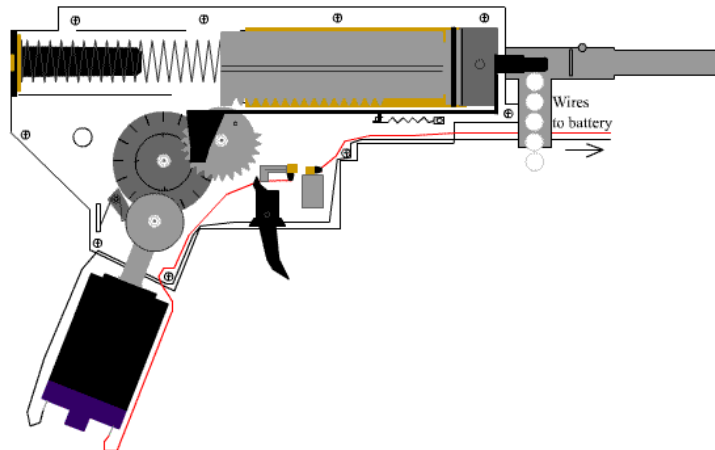


Figura 4.1 – Mecanismo de uma AEG [2]

Apesar de aparentemente ser um sistema simples e completamente funcional, as AEG apresentam algumas deficiências, causadas pelas suas limitações que advêm do facto de incorporarem vários sistemas mecânicos. Um desses problemas assenta no facto de o gatilho ser completamente mecânico, já que o movimento humano ao pressionar o gatilho não resulta numa resposta imediata, o que faz com que nos instantes imediatamente posteriores ao contacto, se crie um arco eléctrico. Este fenómeno tem um impacto a curto prazo no consumo da bateria, reduzindo drasticamente a autonomia da mesma.

Outro dos problemas que surge está relacionado com o desgaste da mola, na medida em que após cada disparo a posição que esta assume é completamente aleatória, o que faz com que a mola fique comprimida. Caso isto aconteça várias vezes, a mola passa a estar mais tempo em esforço do que em repouso. Como consequência, esta vai perdendo força, obrigando à sua substituição com maior regularidade o que resulta num custo acrescido de manutenção.

Posto isto, este projecto teve como objectivo criar sistemas capazes de ultrapassar os problemas já referidos. Após a execução de uma pesquisa percebeu-se que já existiam no mercado soluções a este nível, o que fez com que se desse um passo em frente. Assim, estudaram-se as soluções já existentes e procurou-se acrescentar algo de inovador, que acrescentasse valor ao produto, ao mesmo tempo que em sentido inverso pudesse baixar o preço final tornando o produto criado mais competitivo face aos já existentes.

Mediante o que já foi descrito e para eliminar os problemas, percebeu-se que os pontos do processo onde se poderia intervir se situavam no gatilho e na consequente ligação bateria – motor, bem como na ligação motor – mola, tentando de algum modo controlar o motor de modo a que este impusesse à mola a posição de repouso após cada disparo, de acordo com a Figura 4.2 – Diagrama de blocos do sistema.

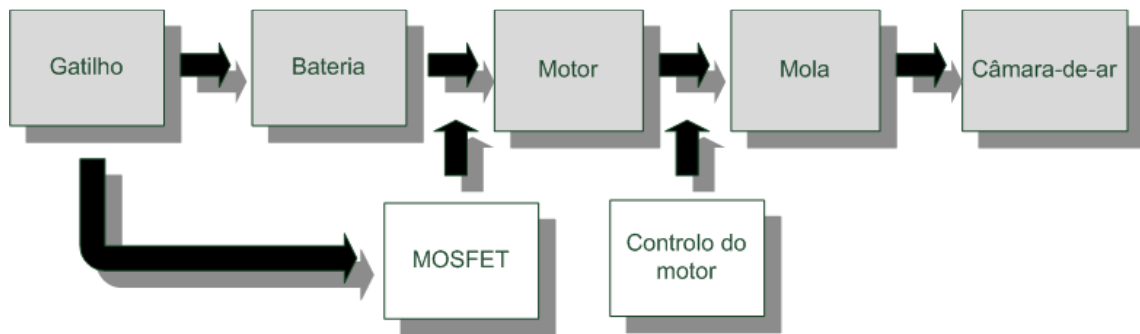


Figura 4.2 – Diagrama de blocos do sistema

A questão do gatilho foi resolvida através de um MOSFET, sendo que ao pressionar no gatilho este passa a fazer a ligação bateria – *gate* do MOSFET, ao invés da ligação bateria – motor. Assim, o MOSFET (Q1) tendo tensão na *gate* passa à zona Óhmica e sendo que possui o seu dreno ligado à bateria e a *source* ligada ao motor, faz a condução entre bateria e motor. Elimina-se deste modo a actuação mecânica directa no sistema por parte do gatilho e passa-se a ter um accionamento electrónico suprimindo assim um dos problemas, de acordo com a Figura 4.3 – Esquema simplificado do motor em funcionamento.

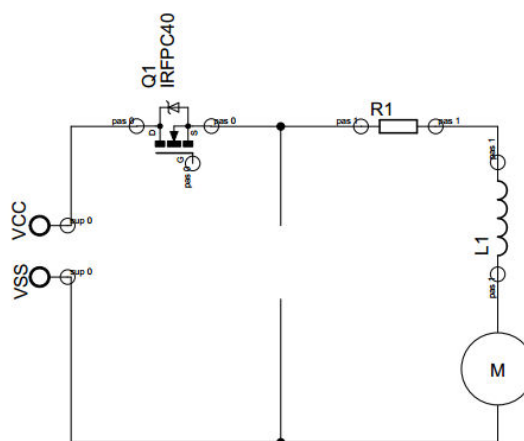


Figura 4.3 – Esquema simplificado do motor em funcionamento

De modo a ultrapassar o outro problema, adicionou-se outro MOSFET (Q2) com o propósito de travar o motor assim que ocorra o disparo. Na prática este MOSFET vai provocar um curto-circuito no motor, de tal modo que vai ocorrer uma travagem brusca, fazendo com que a mola fique efectivamente na posição de repouso, de acordo com a Figura 4.4 – Esquema simplificado do motor sob *active braking*. Este processo dá-se o nome de *Active braking*.

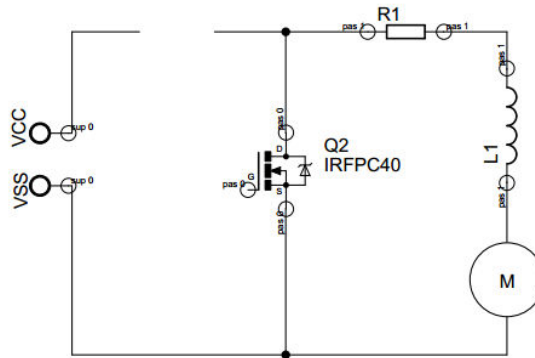


Figura 4.4 – Esquema simplificado do motor sob *active braking*

Neste caso tem-se:

$$U - R1 \times iL - E = 0 \quad (10)$$

Sabendo que $U=0$, tem-se uma força contra electromotriz e a corrente na bobina é dada por:

$$iL = \frac{1}{L} \int vL dt \quad (11)$$

Onde a corrente vai tender para zero.

Os modelos utilizados, que serviram como base, tinham originalmente as características descritas na Tabela 4-1 – Características dos modelos utilizados.

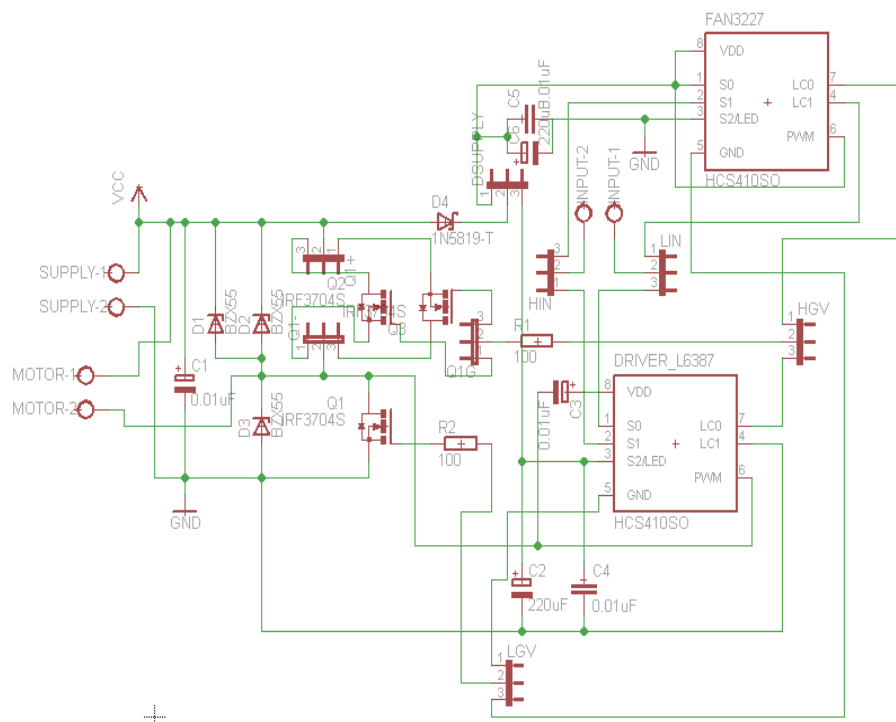
Tabela 4-1 – Características dos modelos utilizados [3]

	<i>Active Braking</i>	Protecção contra sobreintensidade	Disparo de 3 rajadas	Controlo de taxa de disparo	<i>Software</i> actualizável
Jaguar	S	S			
Panther	S	S	S	S	S

4.2.2. Esquemático

Mediante a Figura 4.5 – Circuito combinado entre modelo *Panther* e *Jaguar* o esquemático baseou-se na junção dos modelos *Panther* e *Jaguar* [4] [5] em que o utilizador antes de instalar o sistema na sua *gearbox* tem de proceder à selecção do circuito que pretende, através dos conectores (*jumper*s).

Os *drivers* utilizados [6] [7] servem para fazer o controlo do disparo dos MOSFET's, garantindo que nunca estão os dois em simultâneo na zona de triodo.

Figura 4.5 – Circuito combinado entre modelo *Panther* e *Jaguar*

4.2.3. Conclusão

Como se pode verificar pela Figura 4.6 – Camada superior da PCB com os componentes assembled, o protótipo ficou com um tamanho ainda longe do esperado, daí terem-se efectuado as melhorias apresentadas no esquemático da placa de circuito impresso – em anexo.

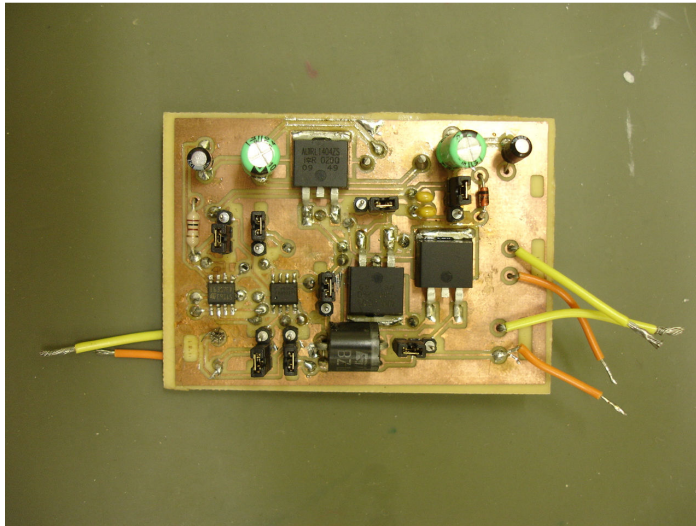


Figura 4.6 – Camada superior da PCB com os componentes assembled

O protótipo demonstrou ser totalmente funcional e correspondeu a todas as expectativas, tendo-se notado ainda que a *gearbox* testada, como na Figura 4.7 – Gearbox, obteve um acréscimo visível de potência nos testes efectuados.

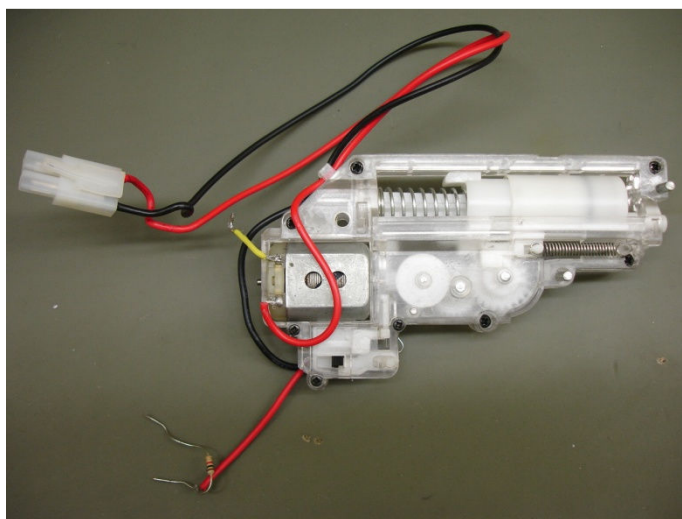


Figura 4.7 – Gearbox

Este protótipo pode ser melhorado futuramente quanto ao seu tamanho, através de componentes ainda menores, fazendo a passagem dos MOSFET's, condensadores, resistências e diodos para equivalentes em SMD. Estima-se que só este passo já iria reduzir aproximadamente para metade o tamanho do protótipo. Ainda com este propósito, outro caminho a seguir seria a optimização da largura das pistas de cobre.

Finalmente, de modo a que o controlo fosse o mais completo possível, seria imperativa a inclusão de um PIC e das funcionalidades afectas ao mesmo.

4.3. Kit de desenvolvimento

4.3.1. Introdução

Conjugando as necessidades a nível do ensino e a situação económica, observou-se que os produtos já existentes nas áreas da electrónica e do desenvolvimento com PIC's ainda apresentavam algumas restrições relativamente ao custo de investimento para os iniciantes destas áreas. Assim,

Este projecto teve como objectivo construir um kit de desenvolvimento, à semelhança da PicDem da Microchip [8], com a base demonstrada na Figura 4.8 – Base para o kit de desenvolvimento

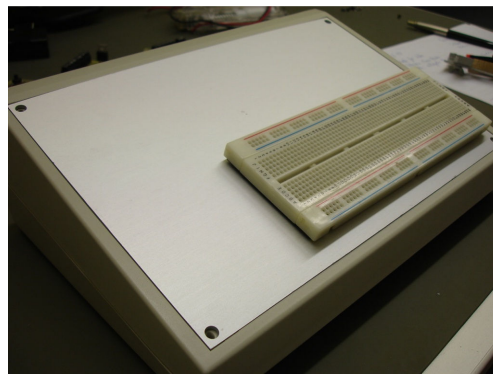


Figura 4.8 – Base para o kit de desenvolvimento

Para este projecto foram exigidos os seguintes requisitos:

- A alimentação do sistema teria de ser feita por um carregador de portátil genérico, de modo a aumentar a sua compatibilidade;

- Teriam de estar disponíveis terminais com as tensões fixas, utilizando as mais comuns (3V, 5V, 12V e 15V);
- O kit deveria ser completamente autónomo, e de simples configuração aquando da sua utilização, sendo que o único acessório adquirido à parte seria o programador,
- Deveria ser projectado de modo a integrar uma *breadboard*.

4.3.2. Esquemático

Note-se que foi utilizado outro componente (LP2951CMX) no lugar dos reguladores de tensão L78Lxx [9]. Isto deveu-se ao facto de no *software* Eagle não existir a versão dos referidos reguladores segundo o encapsulamento SO-8. Atendendo a esse mesmo facto procedeu-se a esta adaptação tendo em conta a funcionalidade de cada pino. Apesar disso, está presente na parte inferior de cada componente a respectiva identificação.

De modo a inicializarmos o sistema, tem-se um interruptor S1, e o led1 serve para indicação do funcionamento do sistema, como demonstra a Figura 4.9 – Alimentação e tensões fixas.

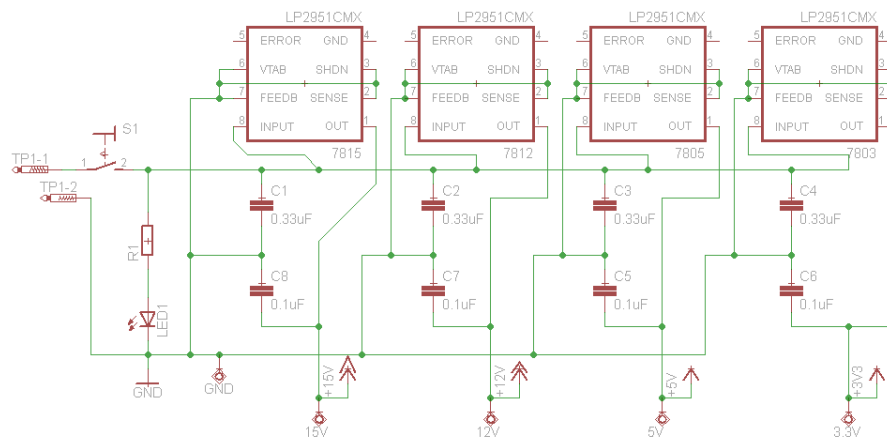


Figura 4.9 – Alimentação e tensões fixas

O microcontrolador seria utilizado a partir de uma placa (a construir) semelhante às placas de rede sem fios, dos computadores portáteis (Mini PCI Express), beneficiando não só com o seu tamanho, como em termos comerciais, do facto de constituir um módulo. Assim, implementou-se um *socket* (Mini PCI Express) que permite a utilização de qualquer PIC,

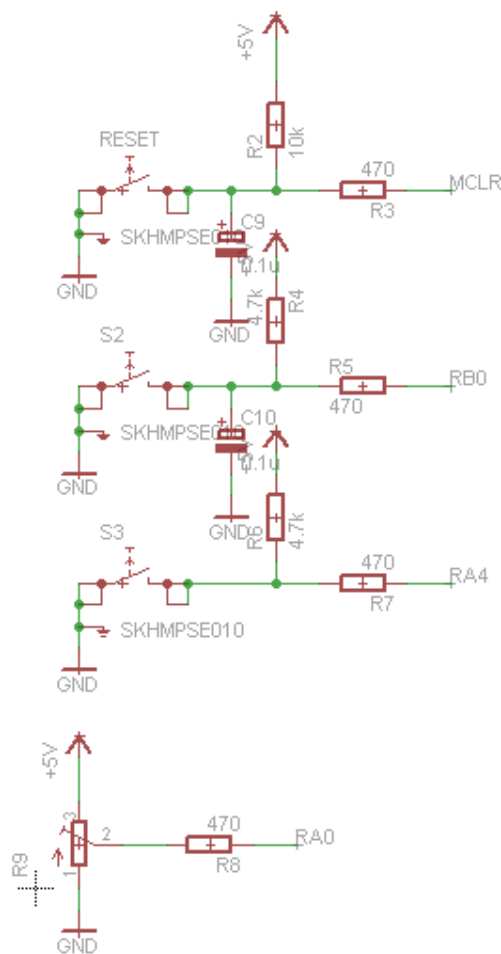


Figura 4.11 – Botões de pressão e potenciômetro

A implementação do transdutor piezoelétrico como presente na Figura 4.12 – Transdutor piezoelétrico segue igualmente o recomendado pela Microchip [8].

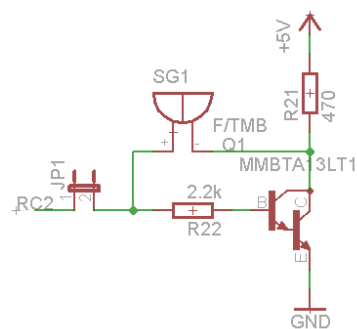


Figura 4.12 – Transdutor piezoelétrico

Note-se que a implementação do LCD pode ser feita em quase todos os pinos do PIC, sendo que a sua configuração é posteriormente efectuada através da biblioteca do LCD (driver_lcd.c), de acordo com a Figura 4.13 – LCD e USB.

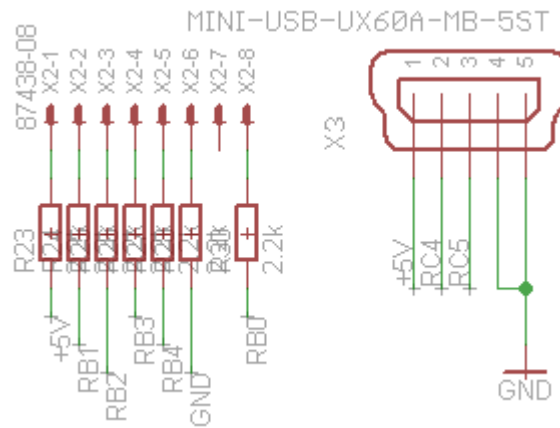


Figura 4.13 – LCD e USB

Os pinos do LCD estão representados na Tabela 4-2 – Pinos do LCD.

Tabela 4-2 – Pinos do LCD

X2-1	X2-2	X2-3	X2-4	X2-5	X2-6	X2-7	X2-8
VCC	SCK	SDIN	D/C	SCE	GND	VOUT	RES

Os pinos do conector Mini USB estão representados na Tabela 4-3 – Pinos Mini USB

Tabela 4-3 – Pinos Mini USB

1	2	3	4	5
VCC	D-	D+	GND	GND

Utilizou-se um *joystick* analógico, de dois eixos (XX e YY) retirado de uma PSP de acordo com a Figura 4.14 – *Joystick* analógico PSP [Outubro de 2012], de modo a permitir um maior alcance e número de hipóteses a testar, na utilização dos módulos analógicos do PIC.



Figura 4.14 – Joystick analógico PSP [Outubro de 2012]

A visão traseira do *joystick* demonstra que este possui quatro pinos, como na Figura 4.15 – *Joystick analógico PSP*.

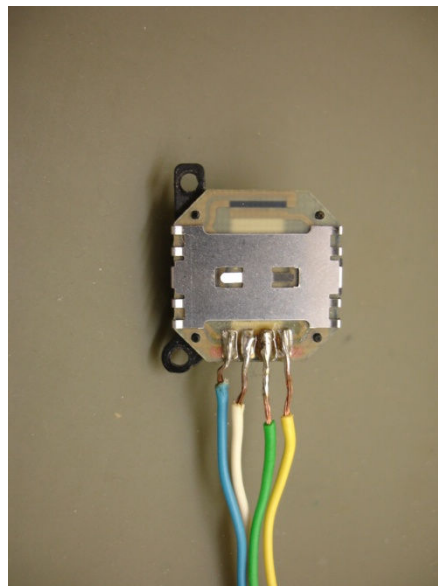


Figura 4.15 – Joystick analógico PSP

Sendo que os pinos estão descritos, da direita para a esquerda na Tabela 4-4 – Pinos do *joystick* analógico.

Tabela 4-4 – Pinos do *joystick* analógico

1°	2°	3°	4°
GND	Eixo YY	+5V	Eixo XX

Utilizaram-se quatro LED's, devido à experiência com a PicDem [8], que justifica este número. Os Pad de 1 a 4 são os contactos para o *joystick* analógico de acordo com a Figura 4.16 – LED's e *joystick* analógico.

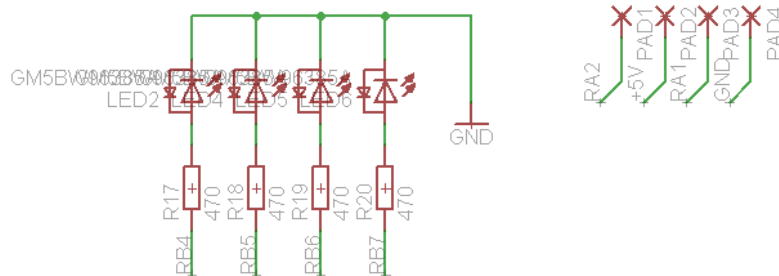


Figura 4.16 – LED's e *joystick* analógico

Tanto o oscilador como a ficha de programação RJ11 foram implementados de acordo com o recomendado pela Microchip [8], tal como na Figura 4.17 – Oscilador e ficha de programação RJ11.

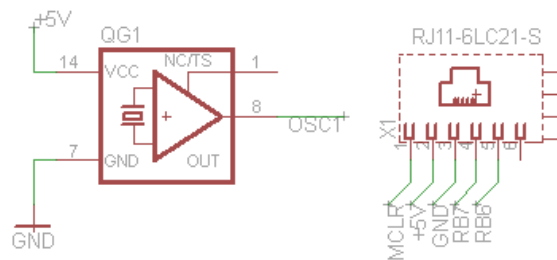


Figura 4.17 – Oscilador e ficha de programação RJ11

De modo a efectuar uma gestão dos pinos do microcontrolador, deixando-os livres para funcionalidades mais importantes, utilizou-se o driver HCF4511D [10]. Assim, ao invés de sete pinos para controlar o *display* de 7 segmentos [11], utilizaram-se apenas quatro, tal como apresentado na Figura 4.18 – Display de 7 segmentos. Note-se ainda que caso se utilizassem mais *displays* deste tipo, justificava-se a utilização do ponto. Como neste caso só se utilizou um *display*, não se considerou necessário desperdiçar mais um pino do microcontrolador para este propósito.

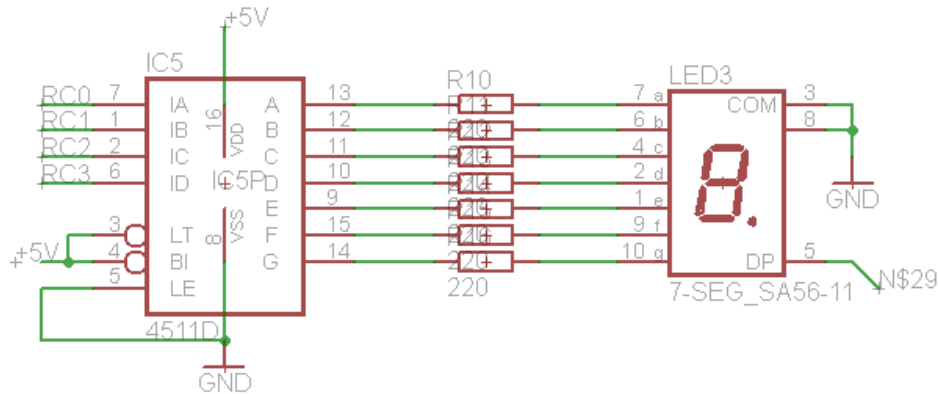


Figura 4.18 – Display de 7 segmentos

4.3.3. Conclusão

Uma das grandes vantagens deste projecto é o facto de permitir ao utilizador ter um kit completo de desenvolvimento no que diz respeito à electrónica e à programação de PIC's, na medida em que disponibiliza várias ferramentas para o utilizador explorar e evoluir. Note-se ainda o facto de este poder ser utilizado apenas como bancada de teste de circuitos, sendo muito compacto, já que disponibiliza tensões fixas para experimentar pequenos circuitos que podem ser montados na *breadboard* incluída.

Para a conclusão do projecto faltou apenas que se fizesse a placa de circuito impresso. O que não aconteceu pois o fim do projecto coincidiu com o aproximar da data de término das aulas práticas no curso onde seria utilizado e assim sendo não se justificava no imediato o investimento tanto no fabrico da PCB como na compra dos componentes.

Como melhoramentos futuros, e de modo a que o kit possa oferecer soluções mais avançadas, abrangendo o máximo de áreas de ensino, sugere-se a implementação de módulos de controlo de periféricos através de relés e TRIAC's, bem como um módulo de comunicação RF (rádio frequência), um teclado numérico para inserção de dados e ainda um módulo de comunicação Ethernet, possibilitando comunicações mais avançadas.

4.4. Módulo LCD

4.4.1. Introdução

Da necessidade de se utilizarem LCD's em vários projectos e de modo a evitar que para cada projecto se utilize um distinto, foi proposto criar um módulo portátil incluindo um

LCD de fácil utilização e integração em qualquer projecto. Numa visão mais abrangente e tentando fugir aos habitualmente utilizados de 8x2 (oito colunas e duas linhas) e 16x2 (dezasseis colunas e duas linhas) optou-se por utilizar um LCD de telemóvel, de um Nokia 3310 com uma área activa de 84x48 pixéis, como na Figura 4.19 – Vista frontal do LCD Nokia 3310. Isto permite alargar o leque de opções e conferir um maior grau de liberdade já que para além de permitir apresentar caracteres, possibilita ao utilizador apresentar imagens – ainda que limitadas pela sua resolução – o que o torna num produto facilmente adaptável a soluções mais avançadas sem comportar um elevado custo.



Figura 4.19 – Vista frontal do LCD Nokia 3310

Este LCD possui na sua traseira uma película reflectora, como na Figura 4.20 – Vista traseira do LCD Nokia 3310 que faz a distribuição de luz e permite retroiluminação, sendo necessária a instalação de led's para tal efeito.

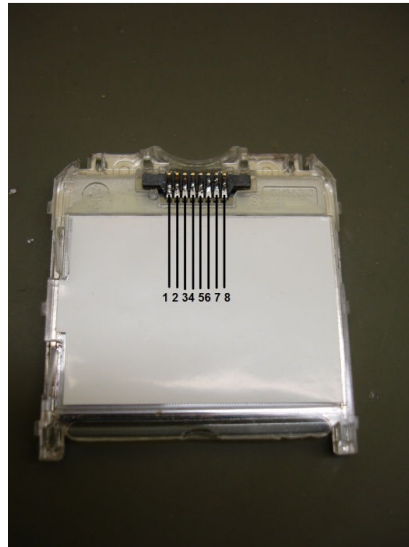


Figura 4.20 – Vista traseira do LCD Nokia 3310

A função de cada pino é descrita na Tabela 4-5 – Descrição dos pinos do LCD Nokia 3310.

Tabela 4-5 – Descrição dos pinos do LCD Nokia 3310

1	2	3	4	5	6	7	8
VDD	SCK	SDIN	D/C	SCE	GND	VOUT	RES

4.4.2. Esquemático

Sendo que este é um componente que não existe nas bibliotecas do Eagle, teve de se criar este componente de raiz, com as medidas reais visando a sua implementação na placa de circuito impresso. Em relação ao esquemático não se aplicam as restrições relacionadas com as medidas, já que neste caso a importância está apenas nos pinos e respectivas funções.

Os dois led's SMD servem para a já referida retroiluminação do LCD. As resistências de R1 a R6 assumem o valor de 3.3k Ω

O *jumper* JP1 foi colocado devido às várias abordagens em relação a este tema, na medida em que há casos em que se defende que o LCD tem de ser forçosamente alimentado, bem como casos em que se defende o contrário. De qualquer das maneiras testaram-se os dois casos, incidindo mais sobre a não alimentação do LCD, e em ambos funcionou perfeitamente.

De acordo com a Figura 4.21 – Esquemático do módulo LCD os conectores SV1 e SV2 são *headers* macho e fêmea, respectivamente, sendo que os primeiros servem para encaixar o módulo nos projectos desejados, e os segundos servem como pinos de teste, a utilizar em circuitos feitos em *breadboard*.

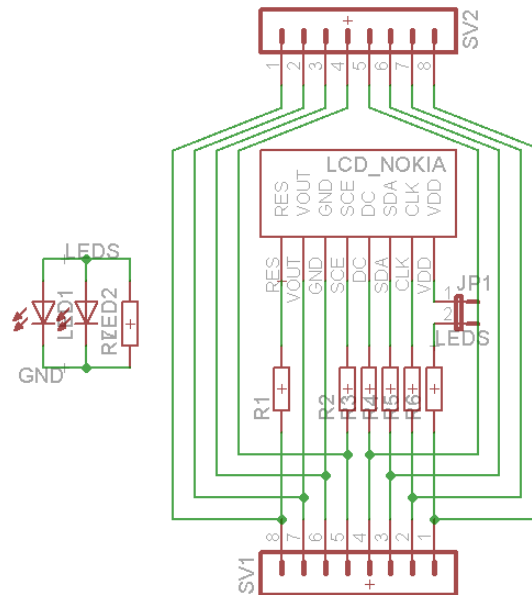


Figura 4.21 – Esquemático do módulo LCD

4.4.3. Conclusão

Destaca-se a mais-valia deste projecto não só pelas vantagens que a sua portabilidade traz, como pela qualidade do LCD que realmente permite explorar vários campos e facilmente adaptar-se ao mais distinto projecto.

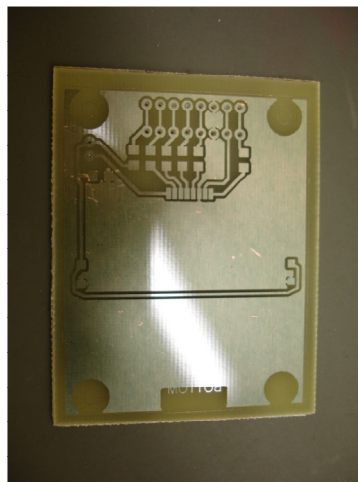


Figura 4.22 – PCB do Módulo LCD

4.5. Módulo SDCard

4.5.1. Introdução

Da recorrente necessidade de implementação de sistemas de armazenamento de dados através de cartões de memória, seguiu-se a filosofia de projectos divididos por módulos, facilitando a portabilidade e utilidade dos mesmos, foi proposto que se realizasse um módulo de leitor de cartões de memória SD/MMC.

O único objectivo proposto foi que se conseguisse gravar um ficheiro onde se pudessem registar qualquer tipo de dados, ou seja, um *logger*. De modo a aumentar a dificuldade, optou-se por seguir mais além e fazê-lo de modo a tornar o módulo universal, ou seja, cumprir os objectivos propostos trabalhando sob o sistema de dados FAT.

Pesquisaram-se várias fontes [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22], tendo-se encontrado vários obstáculos tanto a nível físico, em termos de electrónica, como a nível de programação, nomeadamente projectos feitos em compiladores diferentes (C18 e Hi-Tech) bem como em plataformas diferentes (Arduino). Não obstante, continuou-se a pesquisa e através das bibliotecas do compilador utilizado, depois de alguma optimização de código e consequentes testes, chegou-se a um ponto onde se conseguiram ultrapassar os problemas relacionados com o *software*, e percebeu-se que o problema só poderia residir no campo físico, chegando portanto ao ponto de avançar por um caminho seguro e implementando um circuito de confiança como o da Microchip [23]. Ainda a nível de *software* a certeza de que se concluiu a tarefa com sucesso advém do facto de que após várias tentativas para escrever/abrir/guardar um ficheiro no cartão, sem sucesso, se tentou através do código verificar, acendendo um led em caso positivo, se o ficheiro teria sido escrito/aberto/guardado com sucesso e sem erros. Facto que se verificou e impulsionou a tomada de decisão de incidir o estudo na componente física.

4.5.2. Esquemático

O MCP1253 [24] é um conversor DC-DC sem componentes indutivos, que faz a conversão entre dois níveis de tensão bastante utilizados em projectos de microcontroladores – 5V e 3.3V – e neste caso específico, em leitores de cartões de memória deste tipo, de acordo com Figura 4.23 – Esquemático das ligações do MCP1253.

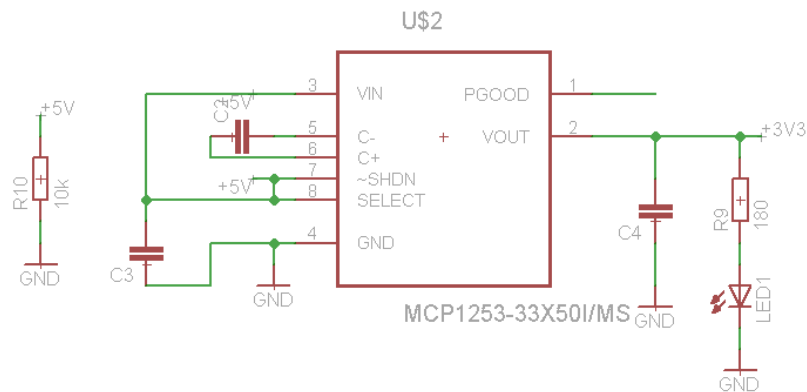


Figura 4.23 – Esquemático das ligações do MCP1253

Do conversor utilizam-se os 3.3V para os pinos correspondentes do cartão de memória e para as resistências de *pull-up*, de acordo com o sugerido pela Microchip [23], tal como Figura 4.24 – Alimentação de 3.3V e resistências de pull – up.

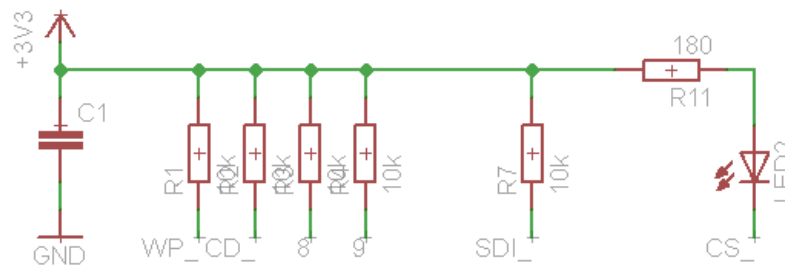


Figura 4.24 – Alimentação de 3.3V e resistências de pull – up

Utilizaram-se os *buffers* aconselhados pela Microchip [23]. Note-se os níveis de tensão distintos, para a alimentação de cada um dos *buffers*, de acordo com a Figura 4.25 – *Buffers*.

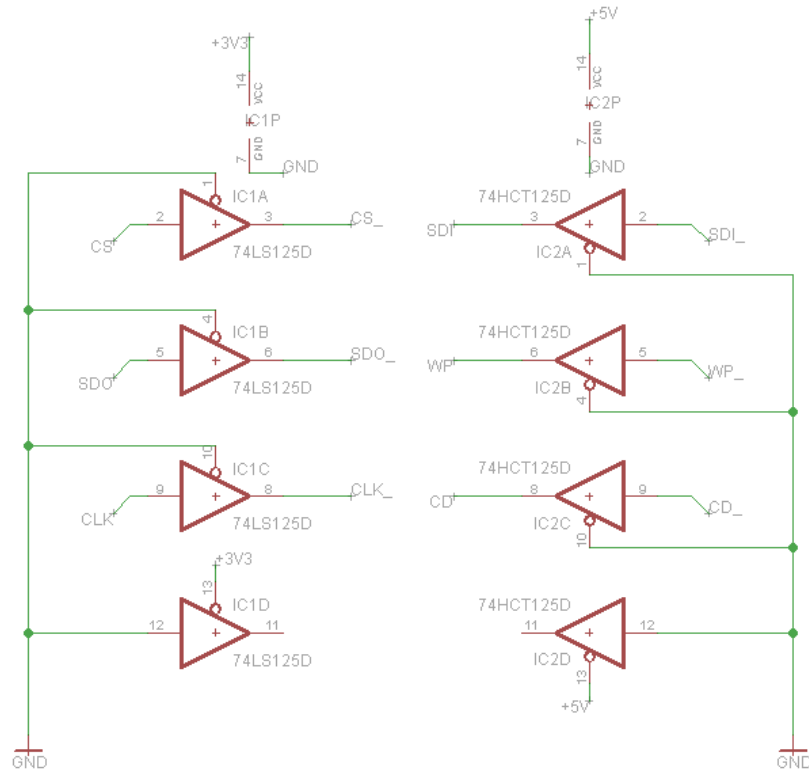


Figura 4.25 – Buffers

Sendo que o leitor de cartões utilizado para este módulo não consta nas bibliotecas do Eagle, nem a marca do mesmo disponibiliza o seu modelo em Eagle, teve de se criar o componente, tanto para o esquemático como para a placa de circuito impresso.

O conector JP1 serve de interface com os sistemas onde o módulo será inserido, projectado como sendo de encaixe. Note-se que todo o módulo é alimentado a partir do pino +5V, sendo assim dependente do projecto onde será inserido, de acordo com a Figura 4.26 – Leitor de cartões e conector de interface.

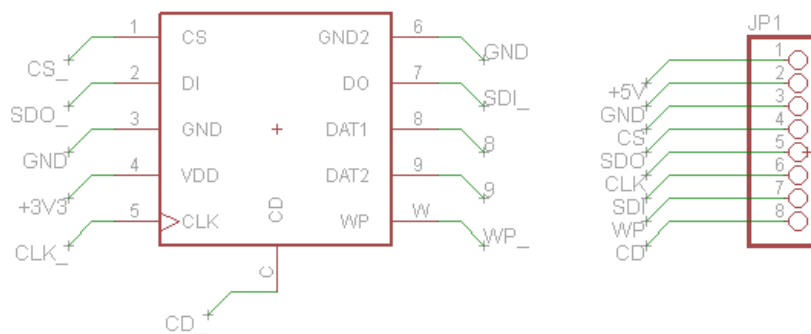


Figura 4.26 – Leitor de cartões e conector de interface

4.5.3. Fluxograma

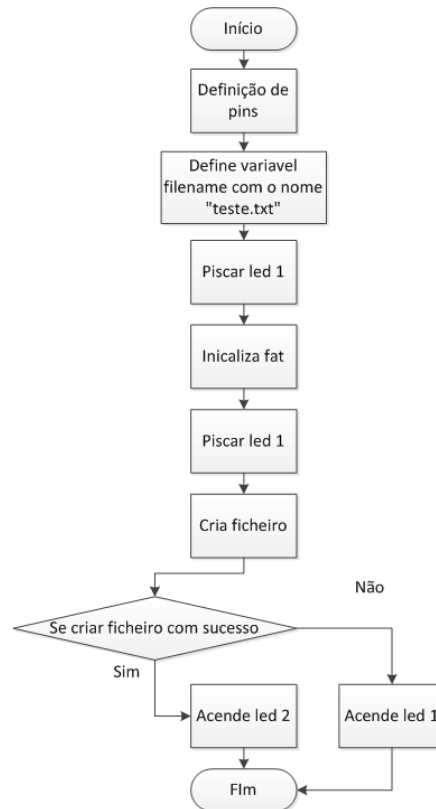


Figura 4.27 - Fluxograma

4.5.4. Conclusão

Este foi o projecto onde surgiram mais dificuldades e apesar de se terem superado os obstáculos a nível de programação, não se conseguiu efectivamente testar o módulo. Isto aconteceu pois a componente física não ficou completa, devido a limitações da própria empresa, em termos de volume de encomendas num curto período temporal. Ainda assim registaram-se todos os componentes necessários para futura encomenda e finalização do projecto.

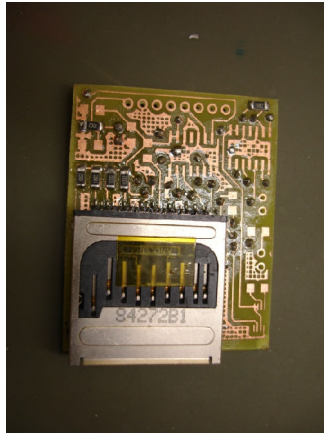


Figura 4.28 – PCB do módulo SD/MMC

Note-se que se procurou junto de colegas de outras instituições de ensino, alguns a trabalhar em empresas do ramo (Por exemplo: YDreams), com funções semelhantes e segundo as mesmas ferramentas, tomar conhecimento, tanto do nível de dificuldade deste projecto, como de possíveis soluções, tendo-se em ambos os casos obtido as respostas que se verificaram por experiência própria.

4.6. Detector de avarias em LCD / Inversor

4.6.1. Introdução

Os computadores portáteis sofrem vários tipos de avarias, sendo que a nível de imagem se dividem na maior parte dos casos por três sectores – placa gráfica, LCD e inversor – sendo que nos últimos dois casos, estando estes interligados, a detecção precisa da avaria pode-se tornar problemática, resultando num acréscimo tanto no custo como no tempo de reparação e consequente insatisfação por parte do cliente.

Assim sendo, foi proposto este projecto com o objectivo de criar um sistema capaz de testar avarias com precisão, ao nível do inversor bem como do LCD, poupando tempo e dinheiro no processo de diagnóstico, de acordo com a Figura 4.30 – Diagrama de blocos do detector de avarias em LCD/Inversor.

Foram impostas restrições relativamente ao custo e às dimensões do produto, tendo de ser forçosamente inferiores a um produto já existente [25] e com as mesmas funções. Criou-se

então um sistema baseado num PIC12F683 [26], sendo que o critério de escolha incidu no tamanho, número de I/O necessários e preço.

O projecto teve como requisitos técnicos:

- Sendo que os inversores possuem normalmente quatro a seis pinos na sua entrada, e há quatro que são comuns em todos, definiu-se como necessário criar duas saídas de quatro pinos;

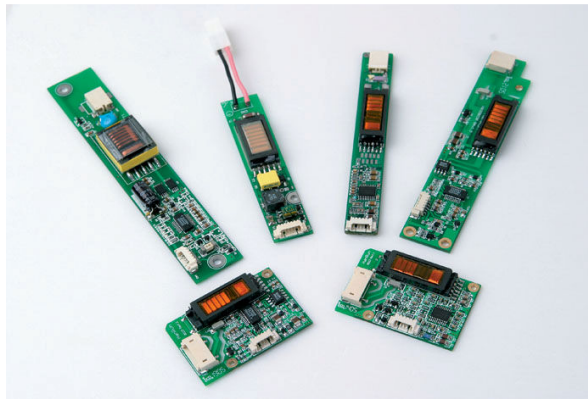


Figura 4.29 – Exemplo de Inversores [27]

Uma das saídas tem o propósito de testar o inversor externo, a outra servirá para testar o LCD, sendo que esse sinal tem de passar pelo inversor interno.

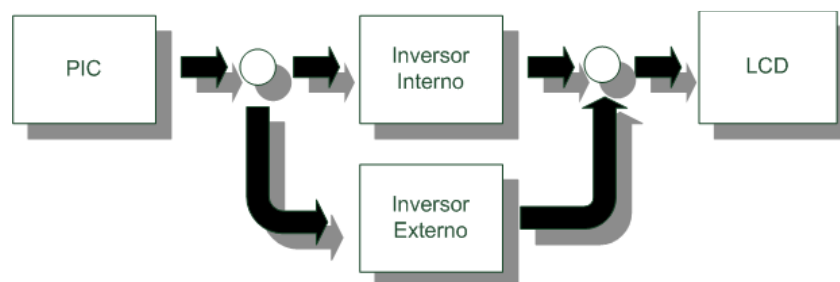


Figura 4.30 – Diagrama de blocos do detector de avarias em LCD/Inversor

- Uma entrada de alimentação com dois conectores, GND e 18V;
- Criar através do microcontrolador uma saída com PWM, com frequência a definir, dado ser o único parâmetro desconhecido devido à falta de osciloscópio;
- Uma saída fixa de 5V, que serve como sinal de *enable*.

As duas saídas do circuito têm de seguir a configuração demonstrada na Tabela 4-6 – Configuração dos pinos nas fichas de saída do sistema.

Tabela 4-6 – Configuração dos pinos nas fichas de saída do sistema

Pino	Função
1	Gnd
2	PWM
3	Enable (+5V)
4	Vcc (+18V)

4.6.2. Esquemático

De acordo com os requisitos do projecto, o esquemático começou a ser construído pelo ponto base – o microcontrolador. Nesta fase limitou-se a cumprir com as ligações básicas, comumente utilizadas e inclusive recomendadas pela Microchip [8].

Utilizou-se um oscilador de cristal de 4MHz, onde C6 e C7 assumem o valor de 22pF e C4 assume o valor típico de 100nF. O pino com a *label* PIC será a saída responsável por fazer a escolha entre os dois testes possíveis (inversor ou LCD). O pino com a *label* PWM é responsável pela função com o mesmo nome, de acordo com a Figura 4.31 – PIC e Oscilador.

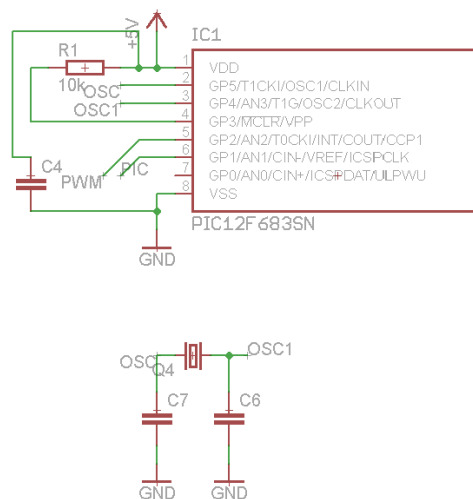


Figura 4.31 – PIC e Oscilador

Criou-se a ficha de alimentação referente a +18V e GND, que serão fornecidos por um carregador padrão. Deste circuito vai sair a alimentação do PIC, garantida por uma

montagem Zener/resistência em que a tensão de Zener é de 5V e o valor da resistência depende da corrente, que por sua vez depende da potência do Zener, sendo calculada da seguinte forma:

$$I = \frac{P_Z}{U_Z} \quad (12)$$

De onde se retira o valor da corrente, que servirá para calcular o valor da resistência R2.

$$R2 = \frac{V_{CC} - U_Z}{I} \quad (13)$$

O condensador C1 assume o valor de 100nF e o transistor BC548, como é apresentado, serve apenas de protecção, assumindo o papel de um diódo, de acordo com a Figura 4.32 – Circuito de alimentação.

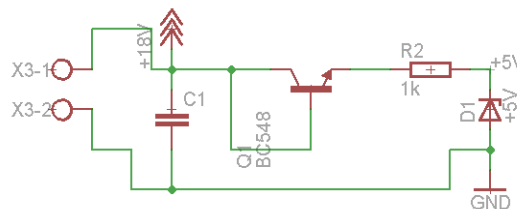


Figura 4.32 – Circuito de alimentação

O circuito que faz a selecção do tipo de teste baseia-se numa porta inversora 4009 ligada à porta identificada pela *label* PIC. Quando à saída deste pino se tiver o estado lógico baixo (0V) Q3 vai passar à zona de saturação e colocar +18V no pino 4, bem como activar o pino de *enable* (3) com +5V imposto pelo Zener. Isto vai fazer com que o led 3 passe à condução, sinalizando o teste ao inversor. No sentido contrário, a 4009 vai inverter este estado e torna-lo alto fazendo com que Q2 se situe na zona de corte.

Quando à saída do pino PIC se tiver o estado lógico alto (+5V), a 4009 vai tornar o estado baixo e fazer com que Q3 funcione na zona de corte. Assim, Q2 funcionará na zona de saturação activando o teste ao LCD, fazendo com que o led 3 sinalize esse mesmo teste, como apresentado na Figura 4.33 – Circuito de selecção de teste.

O Pino PWM, sendo comum aos dois testes está sempre activo.

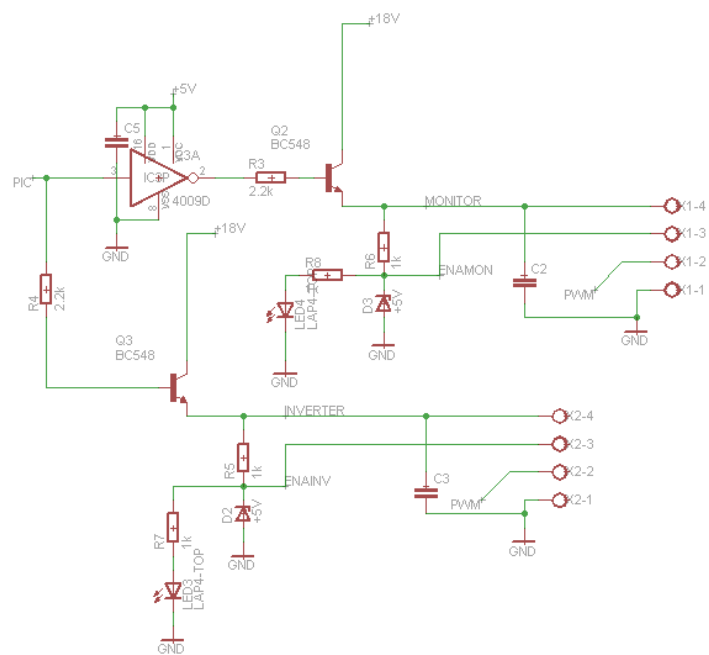


Figura 4.33 – Circuito de selecção de teste

4.6.3. Fluxograma

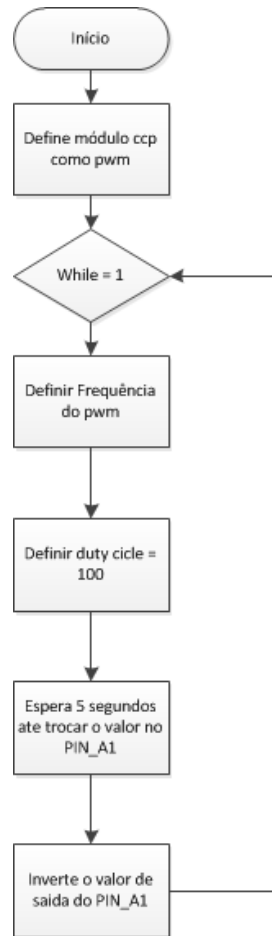


Figura 4.34 - Fluxograma

4.6.4. Conclusão

Este foi um projecto que apesar da aparente simplicidade, revelou a extrema utilidade que este tipo de soluções tecnológicas tem no mercado da manutenção de computadores portáteis. Não só foi um projecto interessante dentro das áreas da engenharia em que está inserido, como também na visão de mercado e de optimização de processos e custos.

Verificou-se o cumprimento de todos os objectivos, sem sugestões de melhorias futuras. Ainda assim note-se que o protótipo físico não foi construído, devido a razões administrativas. De qualquer modo, as necessidades para implementação do mesmo ficaram devidamente identificadas.

4.7. Unidade de exposição UV

4.7.1. Introdução

Hoje em dia, apesar de termos à nossa disposição métodos avançados de fabrico de placas de circuito impresso, como as fresadoras CNC's, para a construção de pequenos protótipos não se justifica o avultado investimento, servindo perfeitamente para o propósito o método tradicional de fotossensibilização. Daí, e de modo a dotar a Redfénix de aparelhagem capaz de permitir o desenvolvimento dos seus próprios protótipos, avançou-se com este projecto, que consistiu precisamente em desenvolver uma unidade de exposição UV para fabrico de PCB's pelo método de fotossensibilização. Além disso, este projecto teve como requisitos:

- Implementar um LCD, de modo a disponibilizar informação. Numa primeira fase teria de ser apresentado um menu, em que o utilizador pudesse escolher apenas um, ou ambos os circuitos, mediante o tamanho da PCB. Numa segunda fase e já no decorrer da exposição, seria apresentado o tempo restante do processo, de acordo com a Figura 4.35 – Diagrama de blocos da unidade de exposição UV.

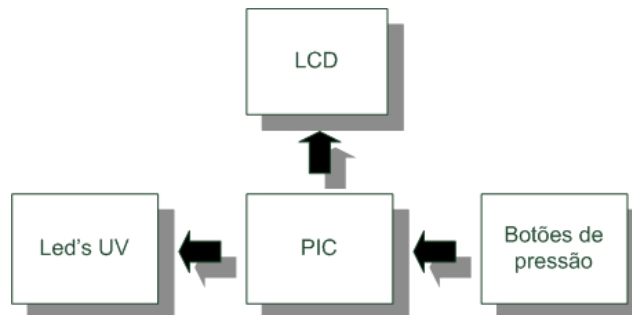


Figura 4.35 – Diagrama de blocos da unidade de exposição UV

- De modo a baixar o custo do projecto, reaproveitar um *scanner*, retirando todo o seu conteúdo sem o danificar, restando apenas a carcaça para servir de base à unidade de exposição UV.

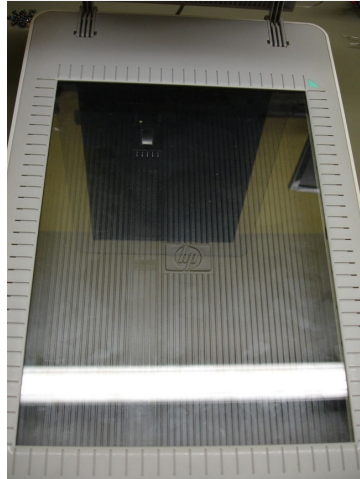


Figura 4.36 – Scanner interior

Aproveitou-se ainda o facto de o *scanner* utilizado possuir três botões de pressão no exterior.

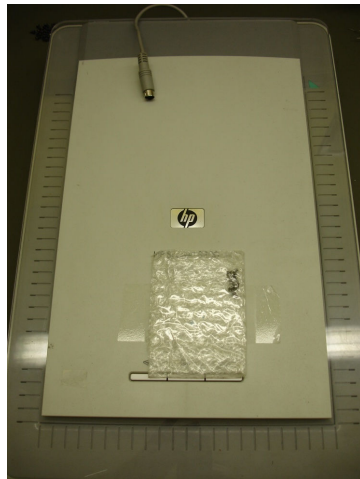


Figura 4.37 – Scanner

Já depois de conferido o espaço interior, percebeu-se que era possível implementar os LED's através de uma base em acrílico, e que depois de instalados ambos, ficariam a uma distância de aproximadamente 40mm do vidro do *scanner*. Assim, segundo [28], efectuaram-se os cálculos de acordo com a Figura 4.38 – Diagrama de cálculo da distância entre LED's e a Figura 4.39 – Disposição dos LED's.

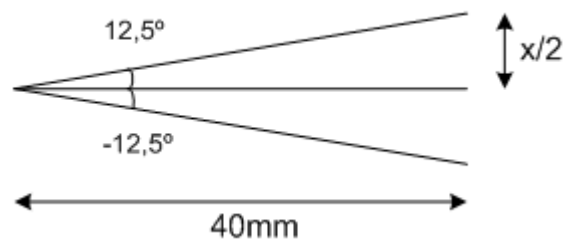


Figura 4.38 – Diagrama de cálculo da distância entre LED's

$$\tan 12,5 = \frac{x/2}{40} \Leftrightarrow x/2 = 8,8\text{mm} \Leftrightarrow x \cong 17,5\text{mm} \quad (14)$$

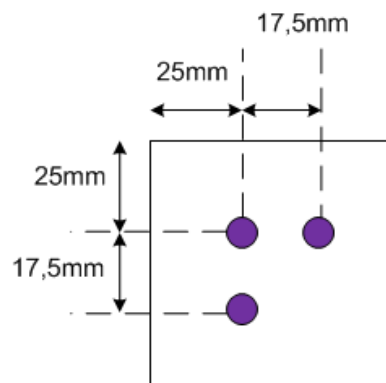


Figura 4.39 – Disposição dos LED's

Ficando com o aspecto presente na Figura 4.40 – Base de Led's em acrílico.

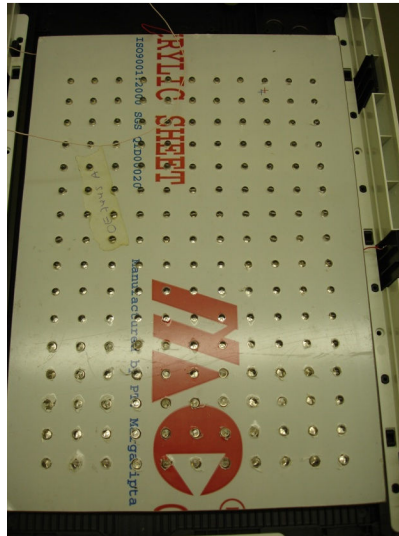


Figura 4.40 – Base de Led's em acrílico

Os led's foram divididos segundo a Figura 4.41 – Ligações entre Led's.

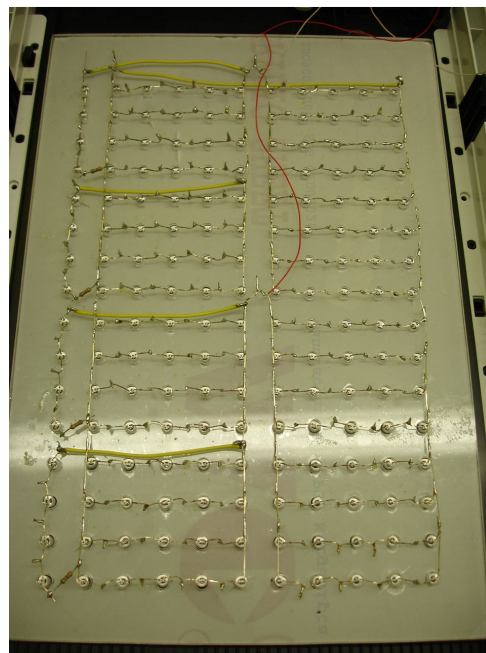


Figura 4.41 – Ligações entre Led's

Dividiu-se a iluminação em dois circuitos especialmente por motivos de poupança de energia. Pois, tanto pela experiência anterior obtida, como pela adquirida ao longo deste estágio, a maior parte dos protótipos não necessita de uma PCB maior que uma folha A5. Assim, sendo que o *scanner* apresenta uma área de exposição correspondente a uma folha A4, dividiu-se o circuito de modo a que cada circuito corresponda ao tamanho de uma

folha A5. O que permite utilizar uma otimização da energia gasta com o processo, de acordo com a Figura 4.42 – Circuito superior e a Figura 4.43 – Circuito inferior.

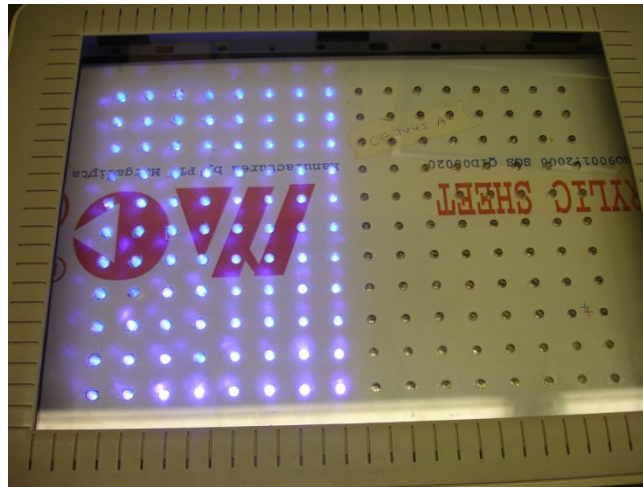


Figura 4.42 – Circuito superior

Note-se que é aconselhável a alternância entre circuitos sempre que possível, de modo a que não se reduza o tempo de vida dos LED's de um circuito, em relação ao outro.

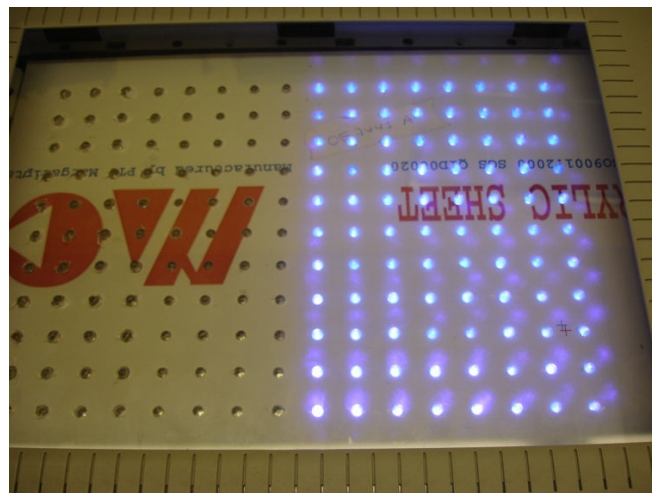


Figura 4.43 – Circuito inferior

Sendo que nos casos em que a PCB a construir seja maior que uma folha A5 utilizam-se os dois circuitos de iluminação, de acordo com a Figura 4.44 – Circuito completo.

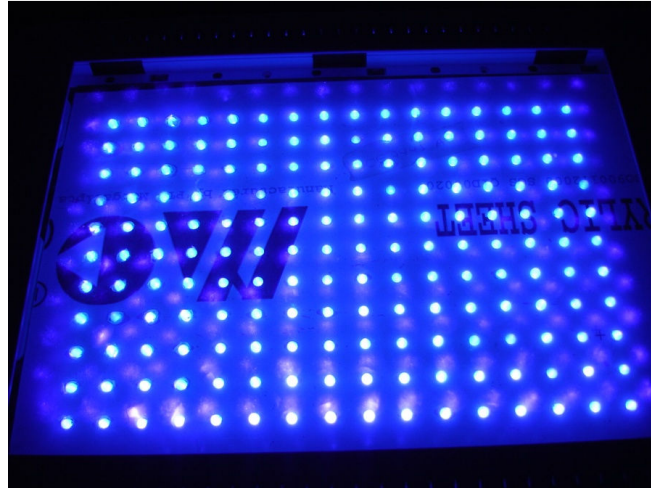


Figura 4.44 – Circuito completo

4.7.2. Esquemático

O regulador de tensão MIC3975 possibilita o ajuste da sua tensão de saída mediante a configuração das resistências R9 e R10 [29]. Foi utilizado outro componente porque não está disponível no Eagle MSOP-8. Isto de acordo com a Figura 4.45 – Circuito de alimentação.

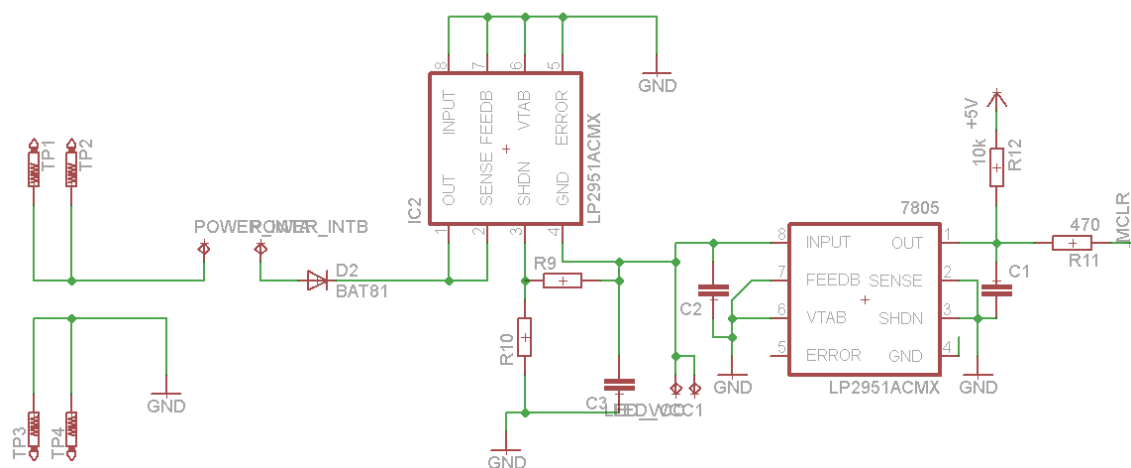


Figura 4.45 – Circuito de alimentação

Os pinos RB0, RA3 e RA4 estão afectos os botões de pressão.

A *label* PWM corresponde ao pino RC2/CCP1 com a referida função [1], para activar o transdutor piezoeléctrico [8].

Os pinos RC4 e RC5 são os pinos de dados afectos ao USB [1].

Os pinos RB6 e RB7 são destinados à programação do PIC [8].

Note-se que estes dois pinos podem ser utilizados tanto para programar o PIC como para controlo do LCD, já que as duas tarefas nunca ocorrem em simultâneo. Isto de acordo com a Figura 4.46 – Circuito do PIC.

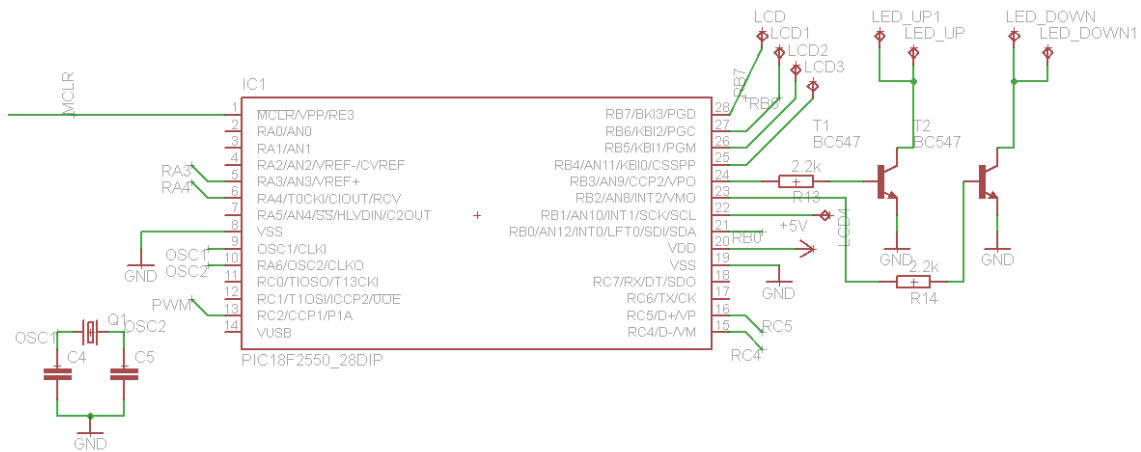


Figura 4.46 – Circuito do PIC

Foi incluído um transdutor piezoeléctrico, com o circuito já conhecido, ligado ao pino com a label PWM. Este serve como aviso sonoro quando o tempo de exposição pré-definido se esgota.

Incluiu-se ainda uma ficha mini-USB de modo a suportar futuras necessidades, dado ser uma ficha universal.

O conector JP1 corresponde aos pinos de programação, de modo a que futuramente o código possa sofrer alterações. Isto conforme a Figura 4.47 – Circuito de transdutor piezoeléctrico, mini-USB e programação.

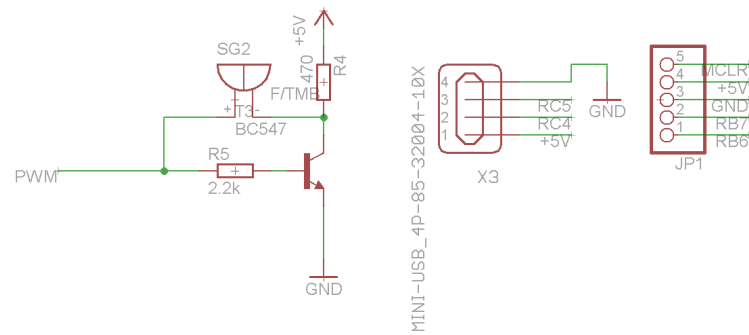


Figura 4.47 – Circuito de transdutor piezoelétrico, mini-USB e programação

Aproveitando o circuito disponível no próprio *scanner* para os botões de pressão, implementou-se uma ficha fêmea de modo a integrá-los no sistema. Estes foram ligados às portas RB0, RA3 e RA4, tal como na Figura 4.48 – Saída para botões de pressão.

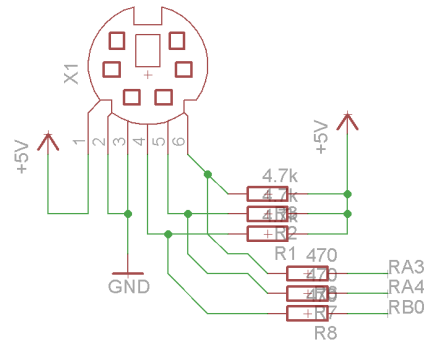


Figura 4.48 – Saída para botões de pressão

4.7.3. Fluxograma

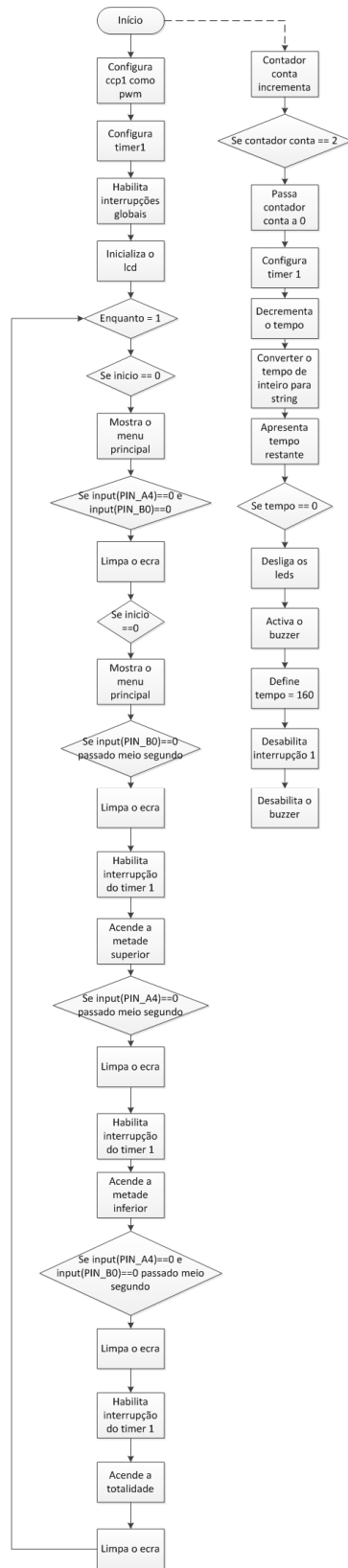


Figura 4.49 - Fluxograma

4.7.4. Conclusão

Este foi sem dúvida um projecto abrangente, já que tocou em áreas como iluminação, racionalização de energia, para além das constantemente presentes electrónica e microcontroladores. Sublinha-se ainda o facto do aproveitamento e adaptação de materiais e estruturas já existentes, nunca deixando inutilizáveis os componentes que não serviam para este propósito.

A única melhoria futura que se propõe passa por copiar a estrutura com os LED's, que se fez para a parte inferior, e aplica-la na parte superior tendo sempre em conta o bom isolamento, de modo a que não seja permitida a entrada de luz enquanto estiver a decorrer a exposição das PCB's à luz UV.

Esta foi a componente que faltou para completar o projecto, derivado do tempo de entrega dos componentes principais (LED's UV). Note-se ainda que foram projectados os pinos de controlo para a parte superior (LED_UP1 e LED_DOWN1), garantindo assim total compatibilidade do sistema existente com o futuro melhoramento.

4.8. Multímetro Logger

4.8.1. Introdução

No que diz respeito ao processo de detecção de avarias num computador portátil existem as avarias consideradas padrão, que incidem sobre os componentes expostos a temperaturas mais elevadas – *chipset*, placa gráfica, processador – e as avarias pontuais onde se encaixam as restantes. Relativamente às avarias padrão, pode-se identificar com relativa certeza a avaria apenas a partir da corrente que a placa mãe consome. Assim, o primeiro passo neste processo é alimentar a placa mãe a partir de uma fonte de alimentação ao invés do seu carregador, verificando e registando a corrente que esta consome. A partir deste processo e ao longo do tempo, vão-se detectando valores padrão para cada tipo de avaria, dentro do mesmo modelo e marca de portáteis. Por outro lado, para as avarias pontuais é necessário realizar uma análise detalhada aos circuitos fazendo uso de um multímetro, de modo a medir a tensão em vários pontos do circuito, bem como a condutividade entre componentes.

Como se pode verificar, estes processos exigem alguns requisitos em termos de material de laboratório, para além de ser necessário interromper o processo a cada medição de modo a efectuar o registo das leituras.

Pretendeu-se então, com este projecto, desenvolver um produto inovador de modo a revolucionar o mercado das reparações de computadores portáteis. Para isso, exigiram-se os seguintes requisitos:

- Capacidade de medição de corrente (0-7A), tensão (0-21V) e resistência;
- Monitorização visível em LCD e registo das referidas medições, em cartão SD/MMC ou via USB - PC;
- Alimentação através de um carregador de portátil, de modo a aumentar a portabilidade e diminuir a dependência de fontes externas;
- Alarme sonoro para teste de condutividade;
- Base de dados com medições, marca e modelo de PC, tipo de avaria, entre outros requisitos. Isto conforme a Figura 4.50 – Diagrama de blocos do projecto.

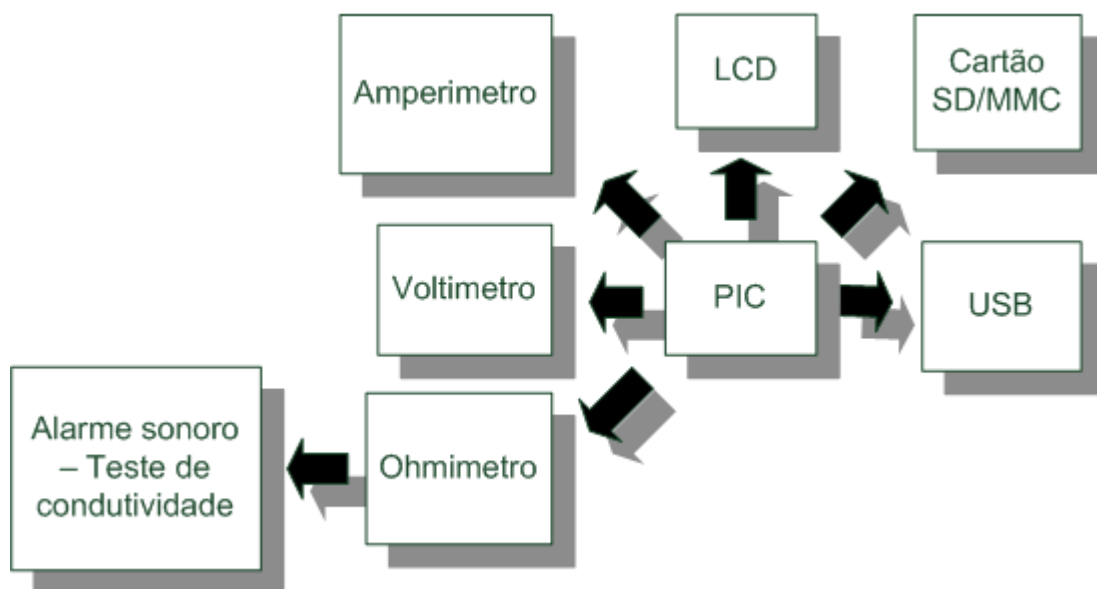


Figura 4.50 – Diagrama de blocos do projecto

4.8.2. Esquemático

A *label Supply* é referente à alimentação do circuito, de acordo com a Figura 4.51 – Alimentação do circuito.

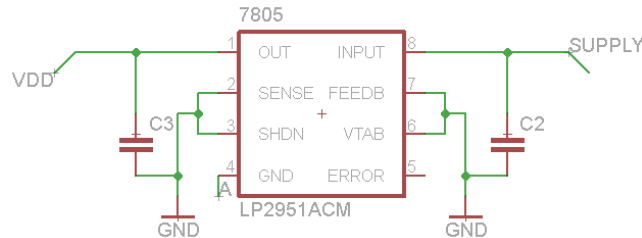


Figura 4.51 – Alimentação do circuito

O Pic está ligado de acordo com a Microchip, como na Figura 4.52 – PIC.

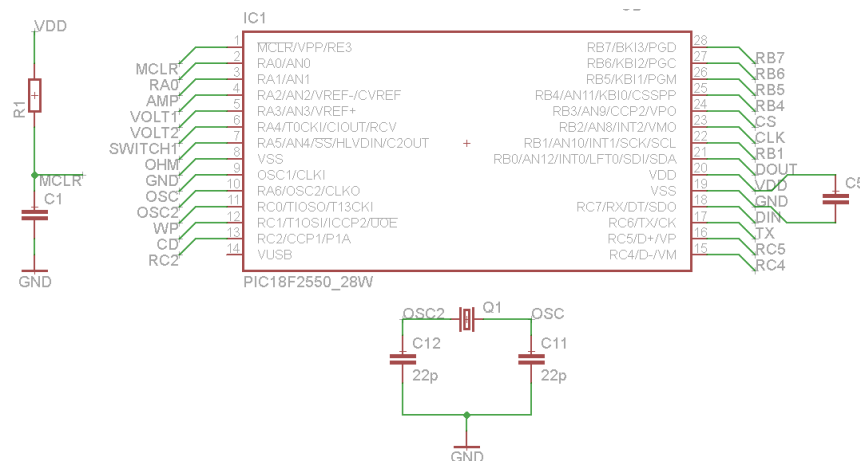


Figura 4.52 – PIC

Os botões de pressão foram utilizados de acordo com a Figura 4.53 – Botões de pressão.

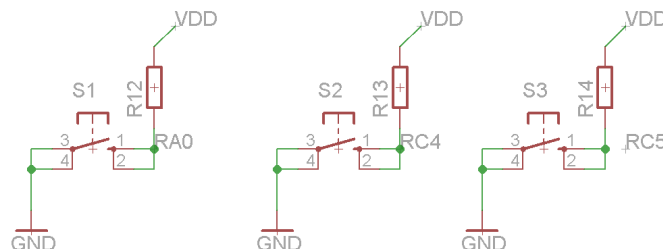


Figura 4.53 – Botões de pressão

As medições foram efectuadas através do circuito presente na Figura 4.54 – Multímetro.

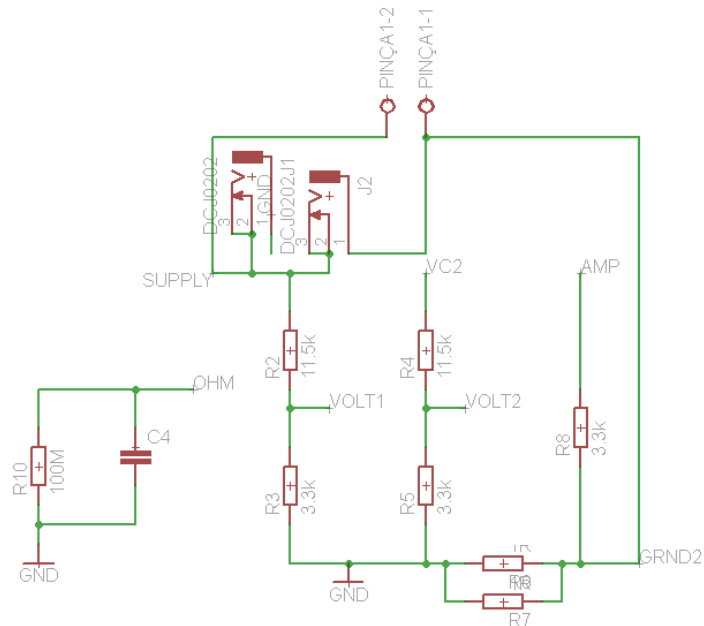


Figura 4.54 – Multímetro

O circuito do transdutor piezoelétrico e o *switch* para escolher entre medição de tensão e teste de condutividade foram implementados de acordo com a Figura 4.55 – Circuito de transdutor piezoelétrico e de switch.

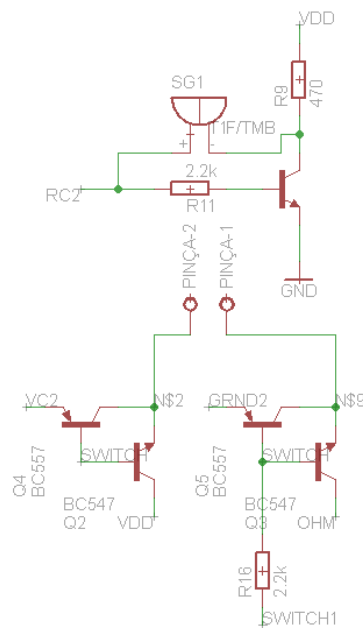


Figura 4.55 – Circuito de transdutor piezoelétrico e de switch

Os conectores JP2 e JP3 são referentes ao módulo SD/MMC e módulo LCD, respectivamente, de acordo com a Figura 4.56 – Conectores dos módulos SD/MMC e LCD.

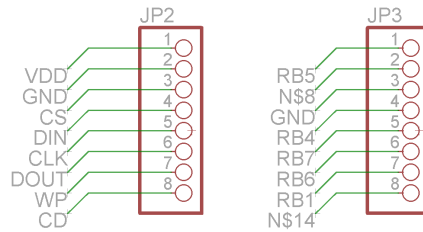


Figura 4.56 – Conectores dos módulos SD/MMC e LCD

O módulo RS232 foi implementado de acordo com seu o esquema [30], como presente na Figura 4.57 – Módulo de conversão RS232.

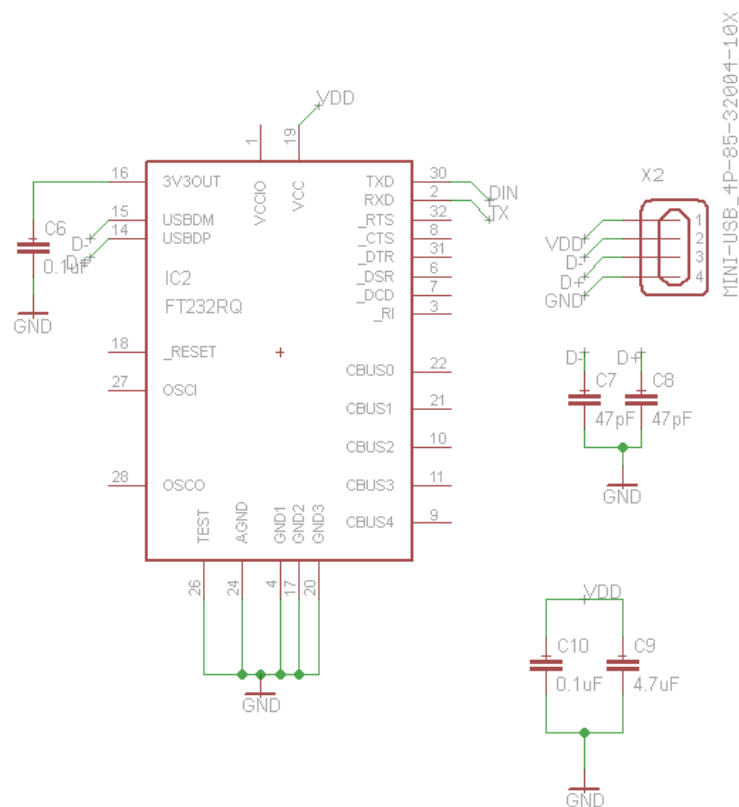


Figura 4.57 – Módulo de conversão RS232

4.8.3. Fluxograma

Na Figura 4.58 – Fluxograma é apresentado o diagrama de fluxo correspondente ao código desenvolvido para este projecto.

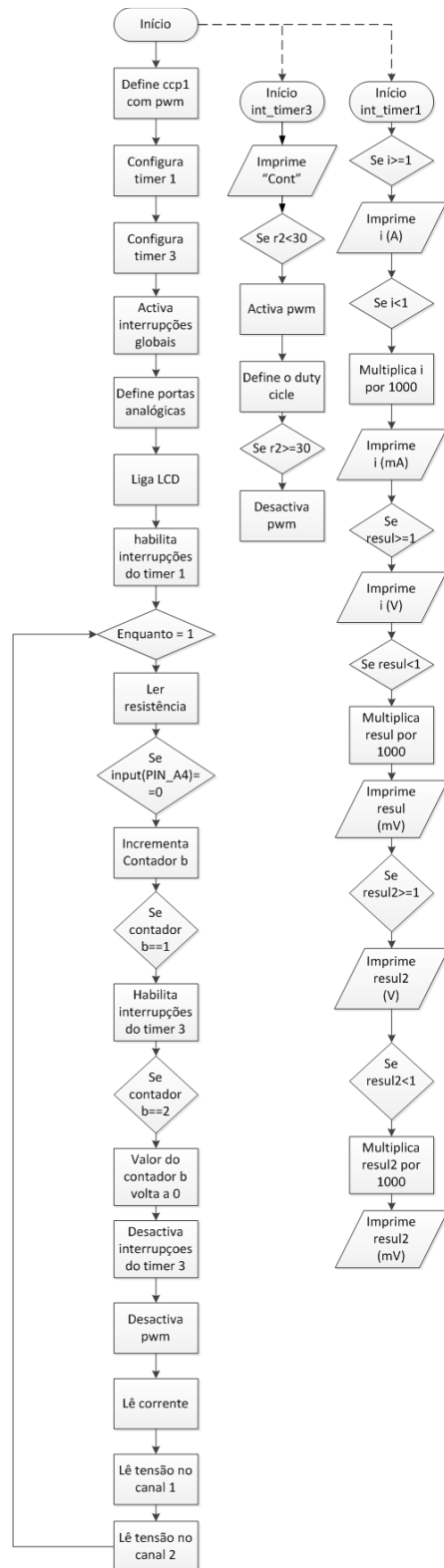


Figura 4.58 – Fluxograma

4.8.4. Conclusão

Este foi sem dúvida o projecto mais ambicioso e apesar de não ficar concluído, como se verifica na Figura 4.59 – Aspecto final da PCB, foram criadas as bases do mesmo. Visando a sua conclusão recomenda-se que se teste o módulo SD/MMC e se proceda à programação da base de dados.

Mais uma vez não foi possível a montagem de todos os componentes devido a limitações em termos de volume de encomendas por intervalo de tempo. Ainda assim foram registados os componentes necessários para o término do protótipo.

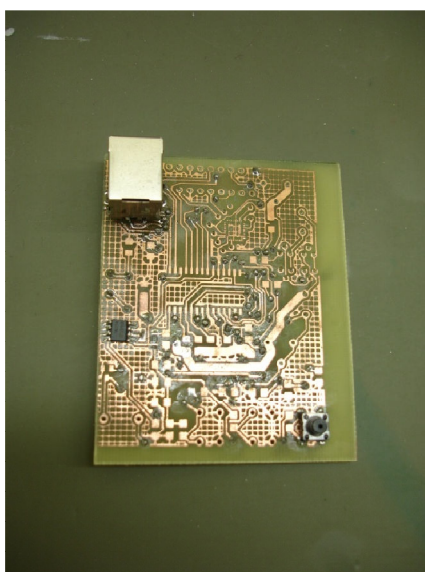


Figura 4.59 – Aspecto final da PCB

4.9. DC Shunt

4.9.1. Introdução

Neste projecto, mediante requisitos de um cliente, teve-se como objectivo dimensionar um sistema capaz de, numa primeira fase, fazer as medições de um circuito no que diz respeito à corrente consumida pelo circuito, bem como a tensão disponível a cada instante, apresentando estes mesmos valores num LCD. Numa segunda fase de desenvolvimento, o sistema teria de ser capaz de implementar um controlo ao nível da interrupção do circuito, assim que o consumo de corrente assumisse um valor superior ao indicado pelo utilizador, accionando ao mesmo tempo uma carga (por exemplo: uma lâmpada de sinalização ou uma campainha), como na Figura 4.60 – Diagrama de blocos do sistema.

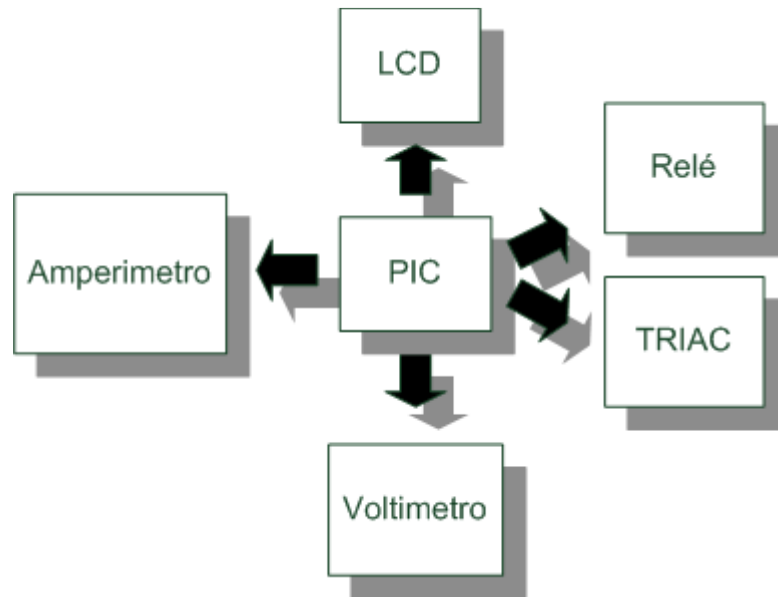


Figura 4.60 – Diagrama de blocos do sistema

Pesquisaram-se os métodos de medição para correntes de valor elevado, analisando com algum detalhe os sensores de corrente por efeito de *hall*. Tendo como constante em todos os projectos efectuados uma orientação para soluções económicas, optou-se por utilizar um *shunt*, que não só apresentava custos mais reduzidos como suportava ainda valores mais elevados de corrente.

O *shunt* utilizado, presente na Figura 4.61 – Shunt, possui dois terminais dedicados ao circuito onde será inserido, e dois terminais de medição, entre os quais se verifica uma diferença de potencial de 75mV para o valor máximo de corrente suportada.

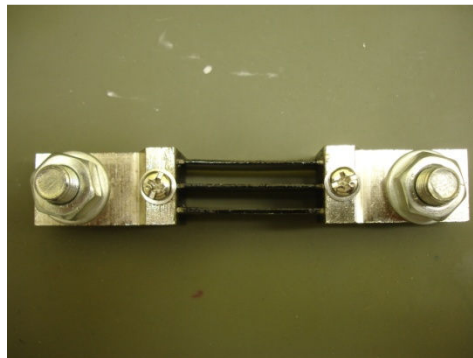


Figura 4.61 – Shunt

4.9.2. Esquemático

A alimentação do circuito foi efectuada de acordo com a Figura 4.62 – Alimentação.

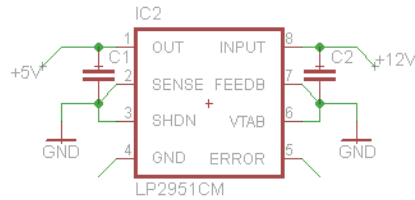


Figura 4.62 – Alimentação

As ligações no microcontrolador foram efectuadas de acordo com a Figura 4.63 – Pic e oscilador.

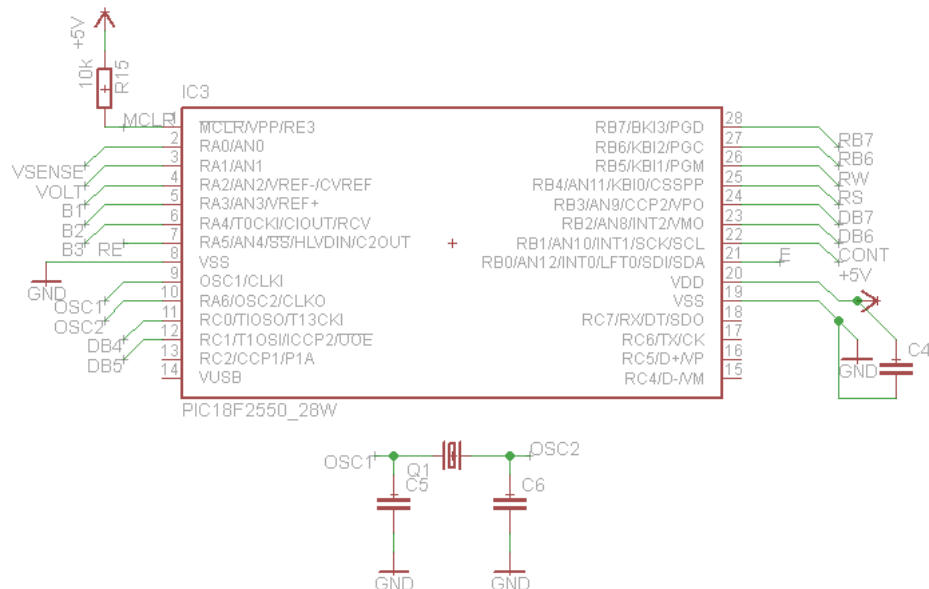


Figura 4.63 – Pic e oscilador

O esquema afecto aos botões de pressão externos foi realizado segundo a Figura 4.64 – Botões de pressão.

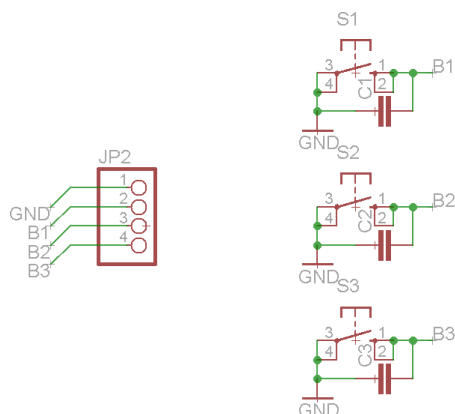


Figura 4.64 – Botões de pressão

A medição de corrente e tensão foi efectuada de acordo com a Figura 4.65 – Circuito amplificador da tensão no shunt e divisor de tensão. Note-se que os pinos 2 e 3 do LM318 estão trocados, sendo que o 2 corresponde à entrada positiva e o pino 3 à entrada negativa.

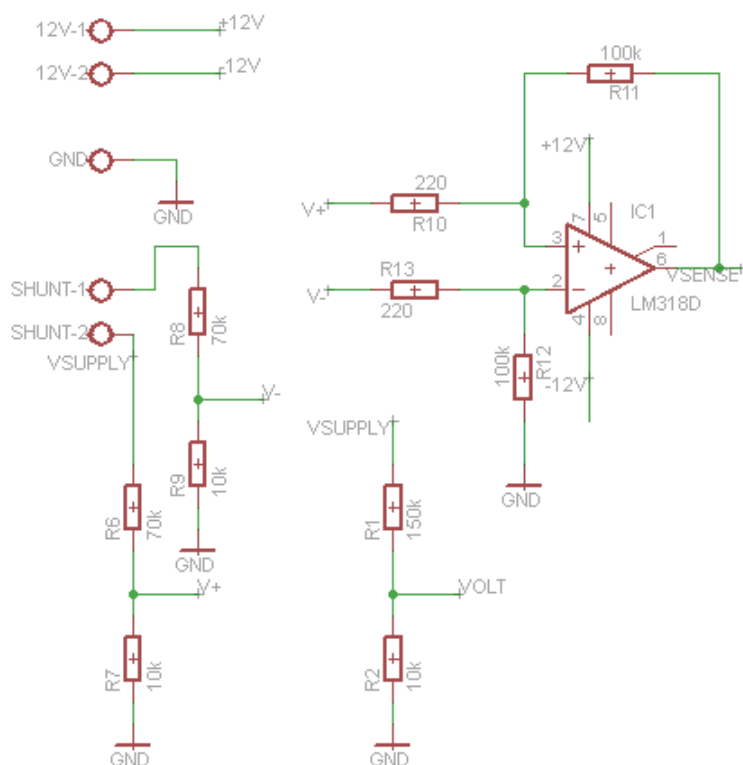


Figura 4.65 – Circuito amplificador da tensão no shunt e divisor de tensão

Os conectores para o LCD e de programação foram efectuados de acordo com a Figura 4.66 – Conectores de LCD e programação do PIC.

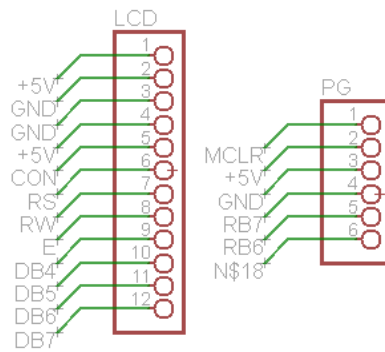


Figura 4.66 – Conectores de LCD e programação do PIC

A ligação dos botões de pressão ao PIC foi efectuada segundo a Figura 4.67 – Pull up e ficha dos botões de pressão.

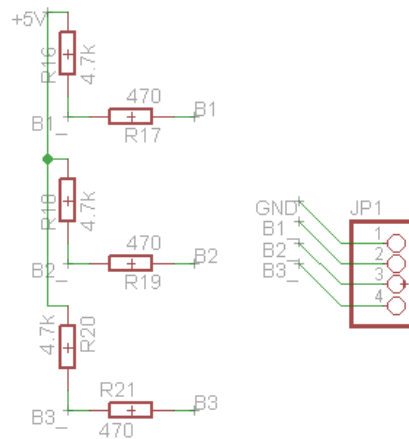


Figura 4.67 – Pull up e ficha dos botões de pressão

Após pesquisa descobriu-se o MOC3041 [30] e a sua utilidade como driver para accionamento de TRIAC's, sendo que a sua implementação foi efectuada de acordo com a Figura 4.68 – Circuito de comando do TRIAC.

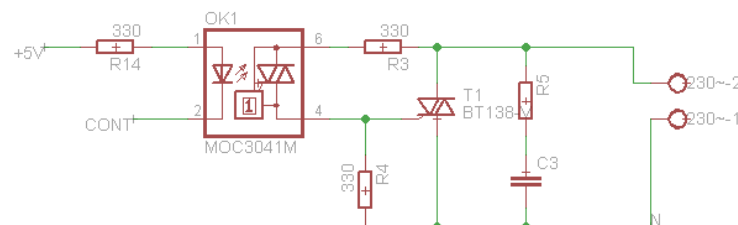


Figura 4.68 – Circuito de comando do TRIAC

Note-se que o relé não possui o diodo de roda livre aos terminais da sua bobina. Foi propositada a não inclusão do mesmo tanto no esquemático como na placa de circuito impresso. Este será soldado directamente nos pinos do relé referentes à bobina, depois de assemblados todos os componentes.

Sendo que a bobina do relé utilizado é para valores de +12V/33mA [12], o mesmo não pode ser activado directamente por uma saída do PIC, tendo-se utilizado por essa mesma razão um transistor BC548, de acordo com a Figura 4.69 – Circuito de comando do relé.

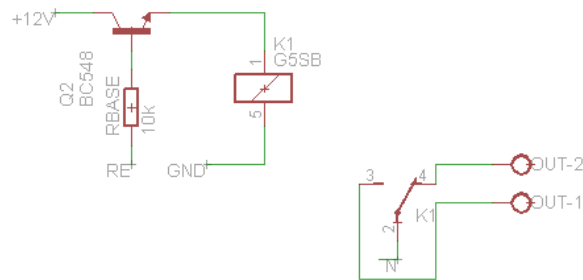


Figura 4.69 – Circuito de comando do relé

4.9.3. Fluxograma

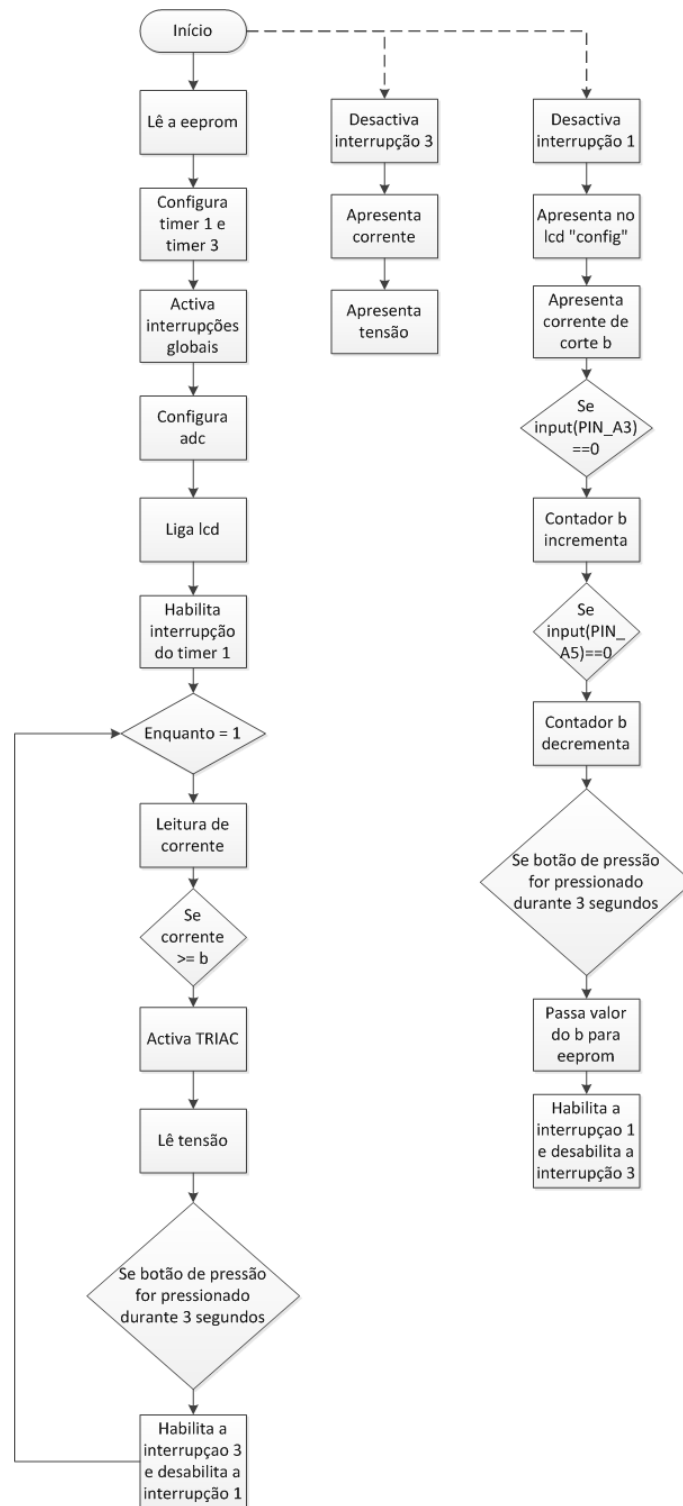


Figura 4.70 - Fluxograma

4.9.4. Conclusão

Este projecto apresentou alguns desafios a nível de electrónica, não tendo ficado o protótipo completo devido a limitações relacionadas com encomendas de componentes, como apresentado na Figura 4.71 – Camada superior da PCB e a Figura 4.72 – Camada inferior da PCB.

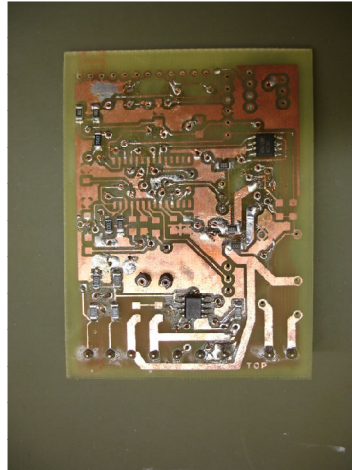


Figura 4.71 – Camada superior da PCB

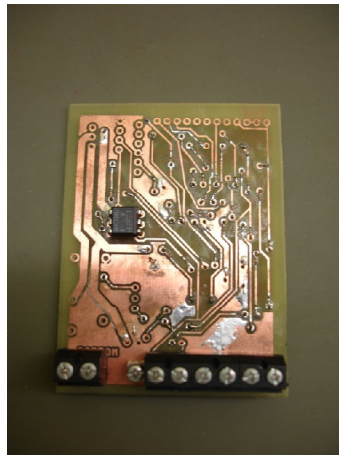


Figura 4.72 – Camada inferior da PCB

5. Conclusões

Alguns projectos não foram concluídos, como já referido, por razões relacionadas estritamente com a política de gestão de verbas para as várias áreas de acção da mesma. Ainda assim as bases foram construídas, possibilitando a conclusão dos mesmos mediante a aquisição do material em falta.

Considera-se que o estágio foi extremamente positivo para as duas partes envolvidas, deixando uma porta aberta a futuras colaborações entre as duas instituições envolvidas.

Referências bibliográficas

- [1] Microchip, *PIC18F2455/2550/4455/4550 Data sheet*, 2006.
- [2] “Airsoft Squared,” [Online]. Available: <http://www.airsoft-squared.com/>. [Acedido em Janeiro 2012].
- [3] “Extreme-Fire,” [Online]. Available: <http://extreme-fire.com/FeatureChart.html>. [Acedido em Novembro 2011].
- [4] T. Fritz, “Extreme-Fire,” [Online]. Available: <http://extreme-fire.com/SW-JAGUAR-2N-204.jpg>. [Acedido em Novembro 2011].
- [5] T. Fritz, “Extreme-Fire,” [Online]. Available: <http://extreme-fire.com/Panther-Cheetah-404-Schematic.jpg>. [Acedido em Novembro 2011].
- [6] F. Semiconductor, *FAN3226/FAN3227/FAN3228/FAN3229 Dual 2A High-Speed, Low Side Gate Drivers*, 2007.
- [7] STMicroelectronics, *L6387E High-voltage high and low side driver*, 2007.
- [8] Microchip, *PICDEM 2 Plus Demonstration board user's guide*, 2007.
- [9] STMicroelectronics, *L78L00 Series - Positive voltage regulators*, 1994.
- [10] STMicroelectronics, *HCC/HCF4511B - BCD-to-Seven segment latch/decoder/driver*, 1996.

- [11 Kingbright, *13.2mm Single digit numeric displays*, 2001.
]
- [12 M. Bannerman, “Marcusbannerman,” [Online]. Available:
] <https://www.marcusbannerman.co.uk/index.php/research/electronicspics/40-pic-projects/76-fat32-library-for-pic18-devices.html>. [Acedido em Janeiro 2012].
- [13 “Justanotherlanguage,” [Online]. Available:
] http://justanotherlanguage.org/content/jallib/tutorials/tutorial_sd_card. [Acedido em Janeiro 2012].
- [14 “Mondo-technology,” [Online]. Available: <http://mondo-technology.com/sdcardshem.gif>. [Acedido em Fevereiro 2012].
- [15 “Microchipc,” [Online]. Available: <http://www.microchipc.com/sourcecode/#mmc>.
] [Acedido em Fevereiro 2012].
- [16 “CCS Info,” [Online]. Available:
] <http://www.ccsinfo.com/forum/viewtopic.php?t=44317&postdays=0&postorder=asc&start=0>. [Acedido em Fevereiro 2012].
- [17 “CCS Info,” [Online]. Available:
] <http://www.ccsinfo.com/forum/viewtopic.php?t=21721>. [Acedido em Fevereiro 2012].
- [18 “Edaboard,” [Online]. Available: <http://www.edaboard.com/thread120628.html>.
] [Acedido em Janeiro 2012].
- [19 “Edaboard,” [Online]. Available: <http://www.edaboard.com/thread75721.html>.
] [Acedido em Fevereiro 2012].
- [20 “Scribd,” [Online]. Available: <http://pt.scribd.com/doc/6660611/64MB-MMC-and-PIC-Micro-Controller>. [Acedido em Janeiro 2012].
- [21 “Sonsivri,” [Online]. Available:
] <http://www.sonsivri.to/forum/index.php?topic=6658.0>. [Acedido em Fevereiro 2012].

- [22 “Pic Projects,” [Online]. Available: http://www.picprojects.net/sdcard_demo/index.html. [Acedido em Fevereiro 2012].
- [23 Microchip, *PICtail Daughter Board for SD and MMC Cards*, 2008.
- [24 Microchip, *Low noise, Positive-regulated charge pump*, 2002.
- [25 “LCD Parts,” [Online]. Available: <http://www.lcdparts.net/LST01.aspx>. [Acedido em Fevereiro 2012].
- [26 Microchip, *PIC12F683 Data sheet*, 2007.
- [27 “MTRONICA,” [Online]. Available: <http://www.mtronica.com/index.php?cPath=192>. [Acedido em Outubro 2012].
- [28 R. Weber, “UV LED Light - More efficient PCB exposure,” *elektor electronics*, pp. 64-66, Maio 2006.
- [29 Micrel, *MIC39100/39101/39102 - 1A Low-Voltage Low-Dropout regulator*, 2005.
- [30 F. T. D. I. Ltd, *FT232RQ USB UART IC*, 2010.
- [31 F. Semiconductor, *6-Pin Zero Cross Optoisolators Triac Driver Output*, 2001.
- [32 Omron, *PCB Power relay - G5SB*.

6. Anexos

Anexo A – AEG

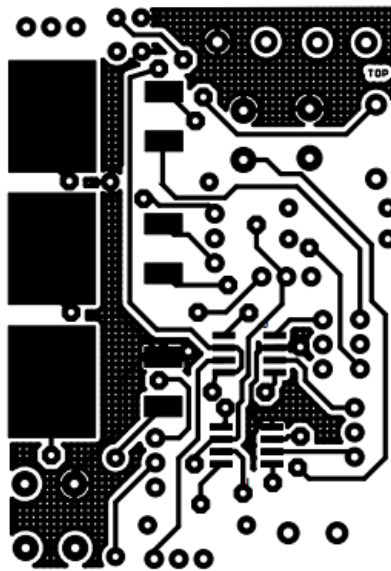


Figura 6.1 – Top

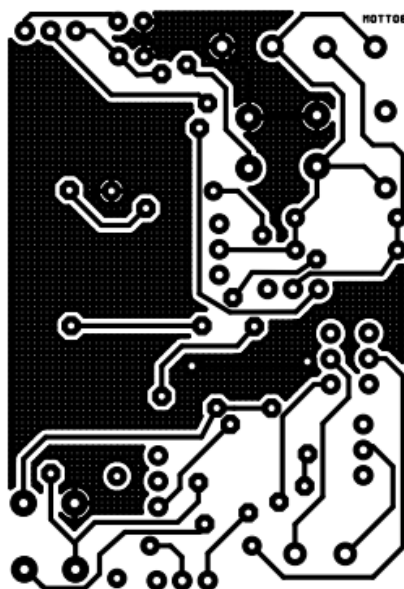


Figura 6.2 – Bottom

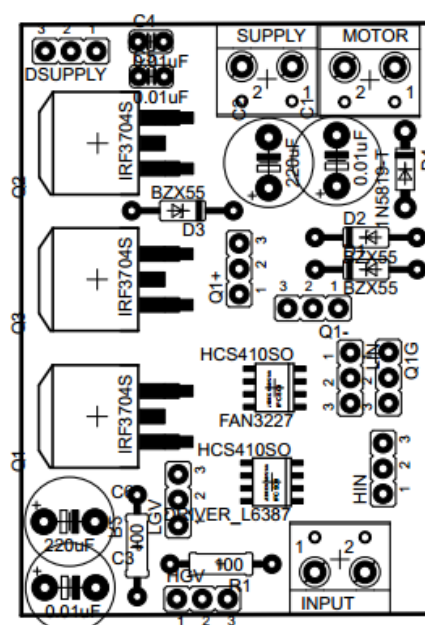


Figura 6.3 – Componentes

Anexo B – Kit de desenvolvimento

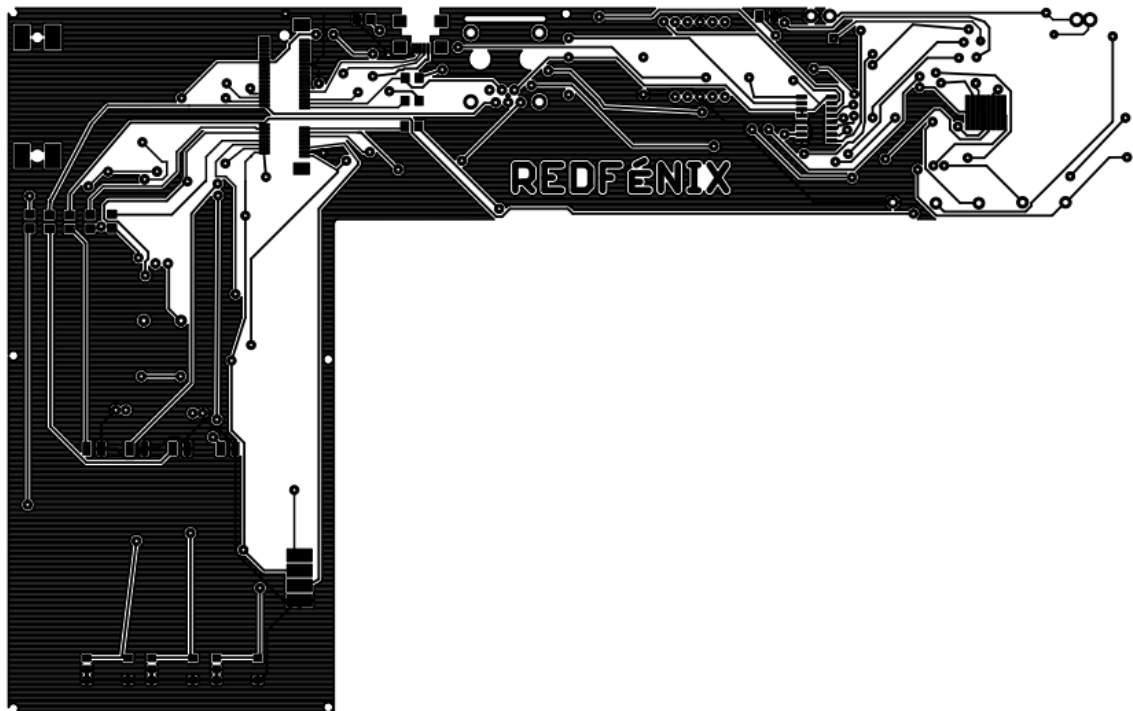


Figura 6.4 – Top

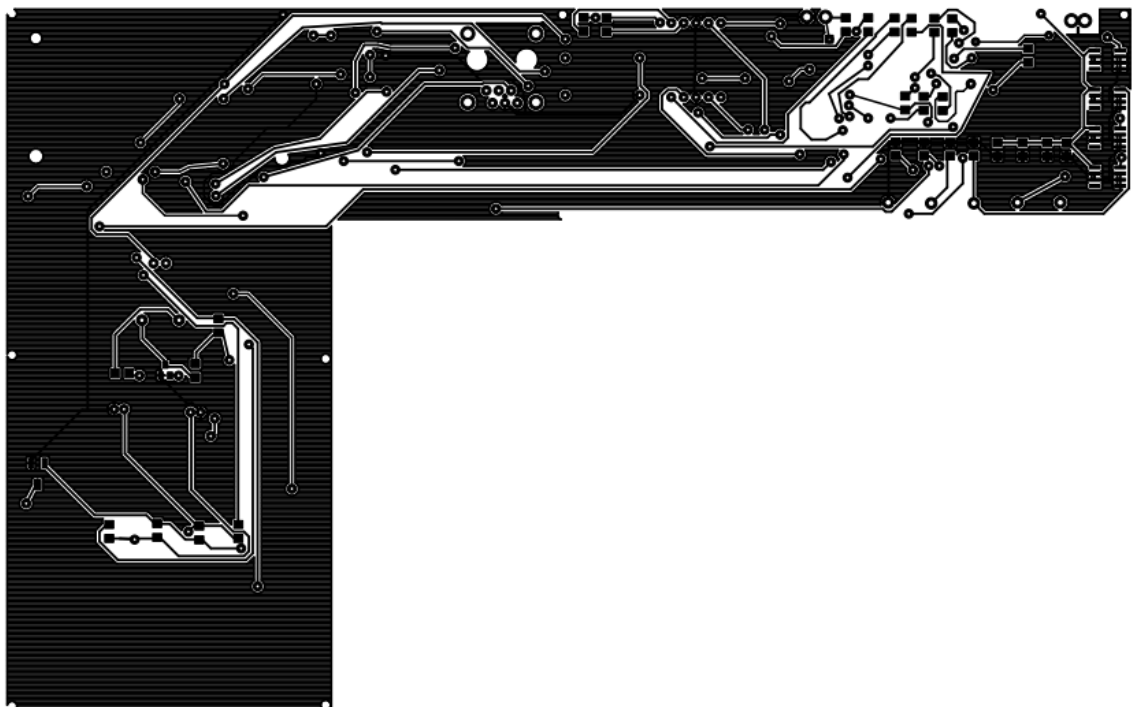


Figura 6.5 – Bottom

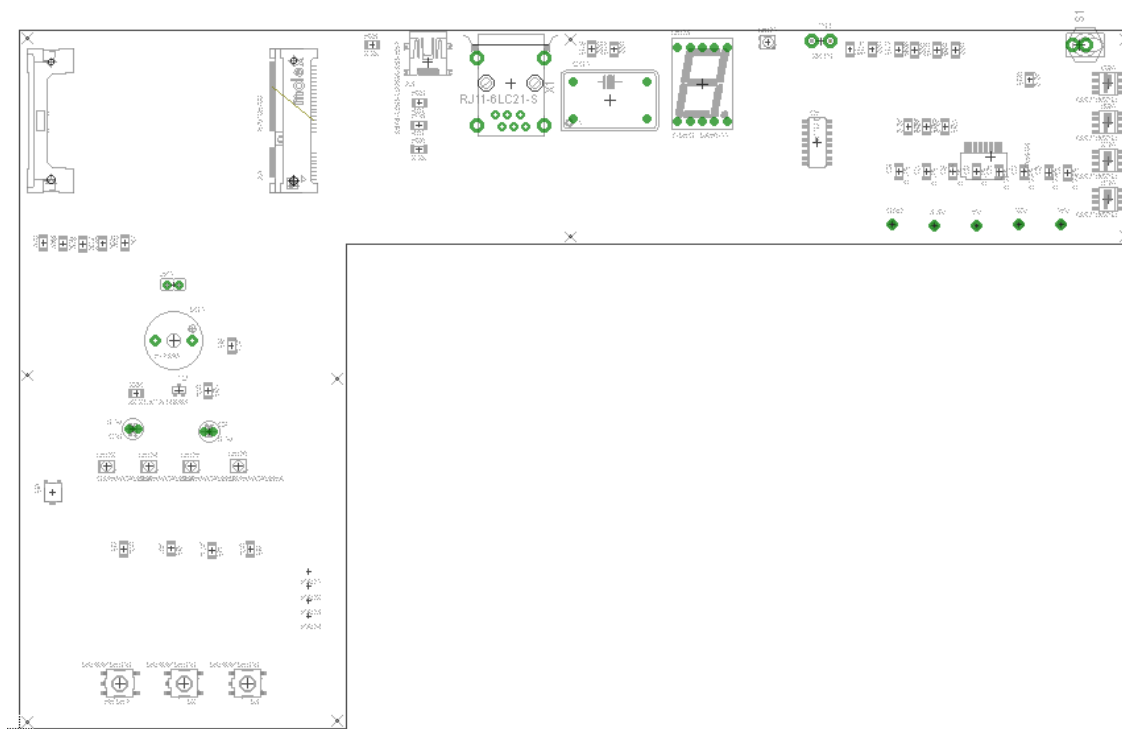


Figura 6.6 – Componentes

Anexo C – Módulo LCD

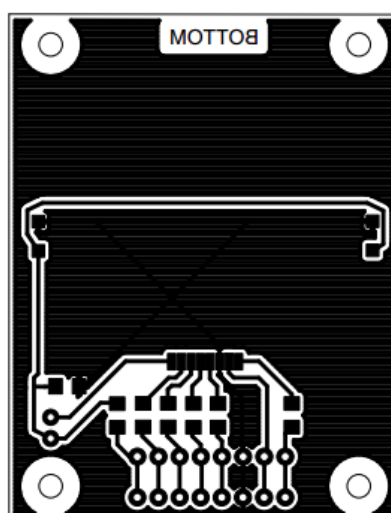


Figura 6.7 – Bottom

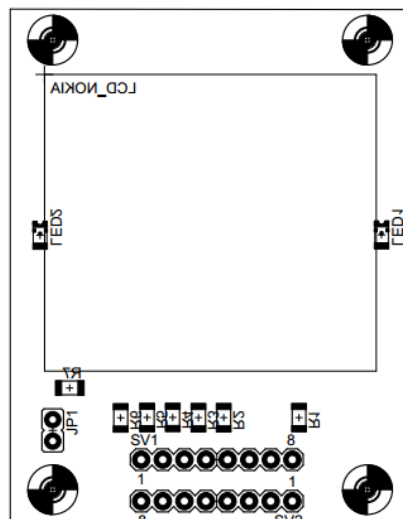


Figura 6.8 – Componentes

Anexo D – Módulo SD/MMC

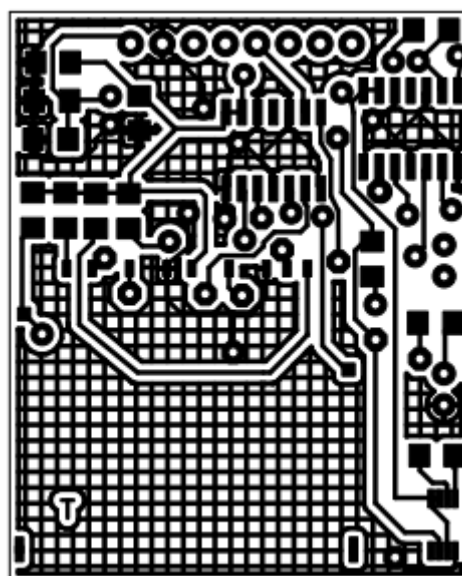


Figura 6.9 – Top

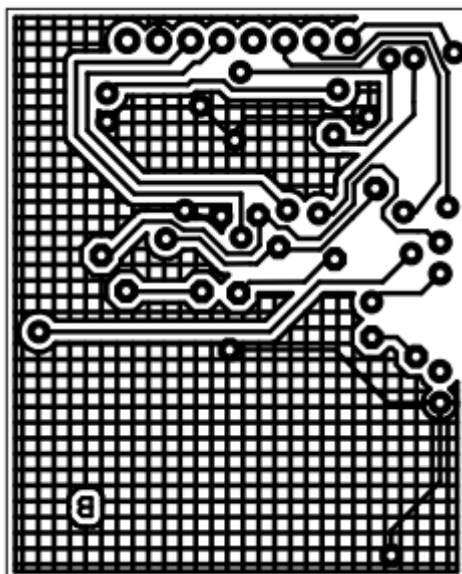


Figura 6.10 – Bottom

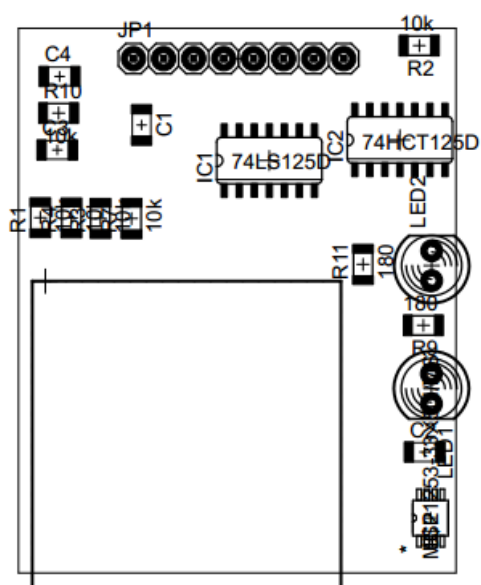


Figura 6.11 – Componentes

```

#include <18F2550.h>
#fuses Hs,NOWDT,NOPUT,NOLVP,NOPROTECT,NODEBUG,NOBROWNOUT,NOCPPD,NOWRT
#use delay(clock=4000000)
#use rs232(baud=9600, UART1,xmit=PIN_C7,rcv=PIN_C6)

#define MMCSD_PIN_SCL      PIN_B1 //B2
#define MMCSD_PIN_SDI      PIN_C7 //B3
#define MMCSD_PIN_SDO      PIN_B0
#define MMCSD_PIN_SELECT   PIN_A5 //A4
#include <mmcscd.c>
#include <fat.c>

void main() {

char filename[]="teste.txt";

setup_oscillator(OSC_4MHZ);
output_high(PIN_B2);
delay_ms(1000);
output_low(PIN_B2);

delay_ms(50);

fat_init();

output_high(PIN_B2);
delay_ms(1000);
output_low(PIN_B2);

// mk_file(filename);
if (mk_file(filename))
{
output_high(PIN_B3);
//printf("sucesso\n");
}
else{
output_high(PIN_B2);
}
}

```

Anexo E – Detecção de avarias em LCD/Inversor

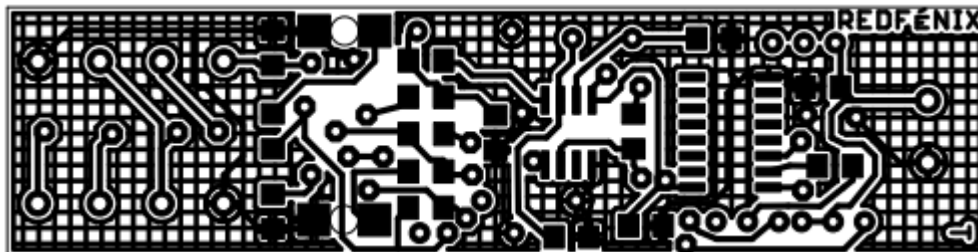


Figura 6.12 – Top

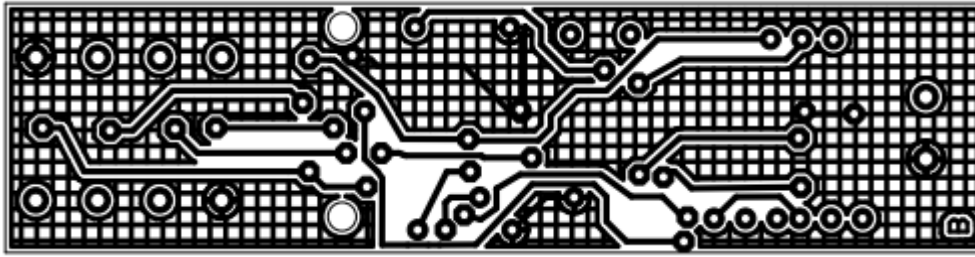


Figura 6.13 – Bottom

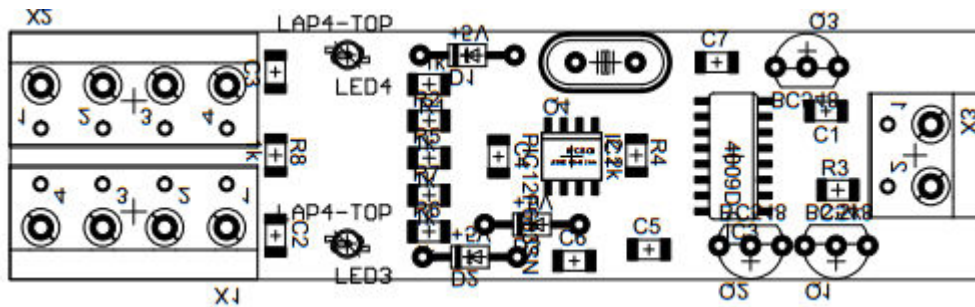


Figura 6.14 – Componentes

```
#include <12F683.H>
#define delay (clock=4M)
#define fuses HS, NOWDT, NOPUT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOCPD
int i;
void main()
{
    setup_ccp1(ccp_pwm);

    while(1)
    {
        setup_timer_2 (T2_DIV_BY_4, 250, 1); // (1/4000000)*4*t2div*Valor = periodo
        set_pwm1_duty(100); // valor*4*(1/clock)*t2div
        delay_ms(5000);
        output_toggle(PIN_A1);
    }
}

// The cycle time will be (1/clock)*4*t2div*(period+1)
// In this program clock=10000000 and period=127 (below)
// For the three possible selections the cycle time is:
// (1/10000000)*4*1*128 = 51.2 us or 19.5 khz
// (1/10000000)*4*4*128 = 204.8 us or 1/204.8 us=4.9 khz
// (1/10000000)*4*16*128= 819.2 us or 1.2 khz

//set_pwm1_duty(value); // This sets the time the pulse is
```

Anexo F – UV

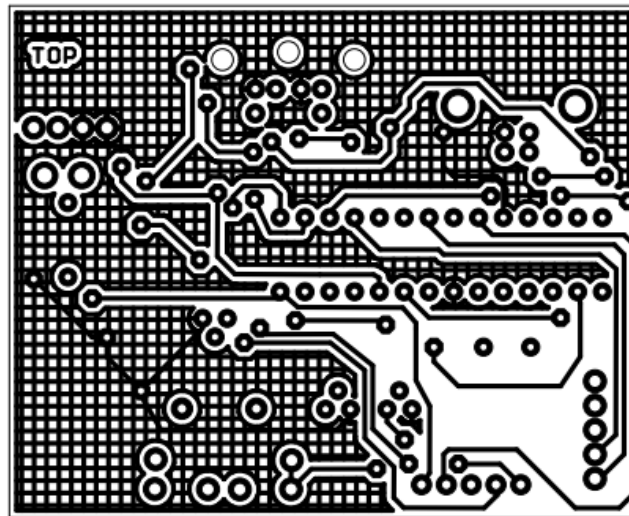


Figura 6.15 – Top

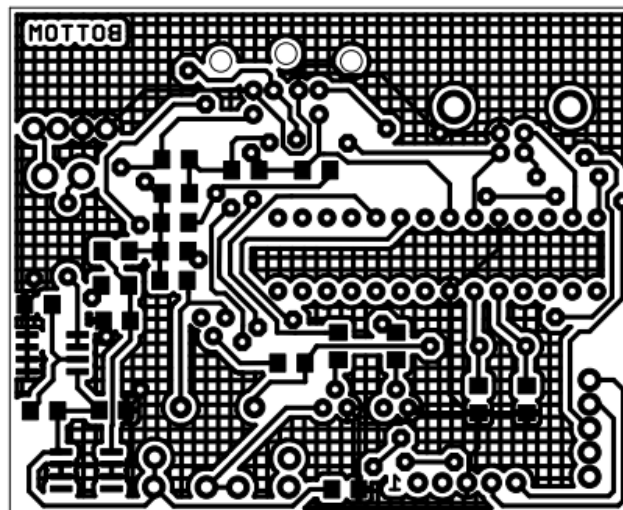


Figura 6.16 – Bottom

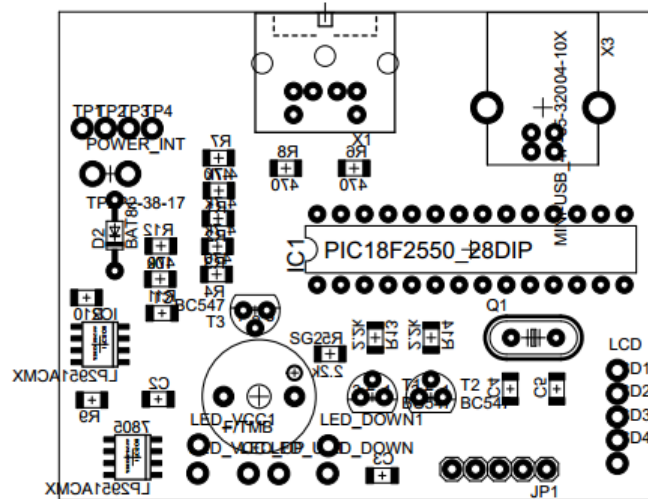


Figura 6.17 – Componentes

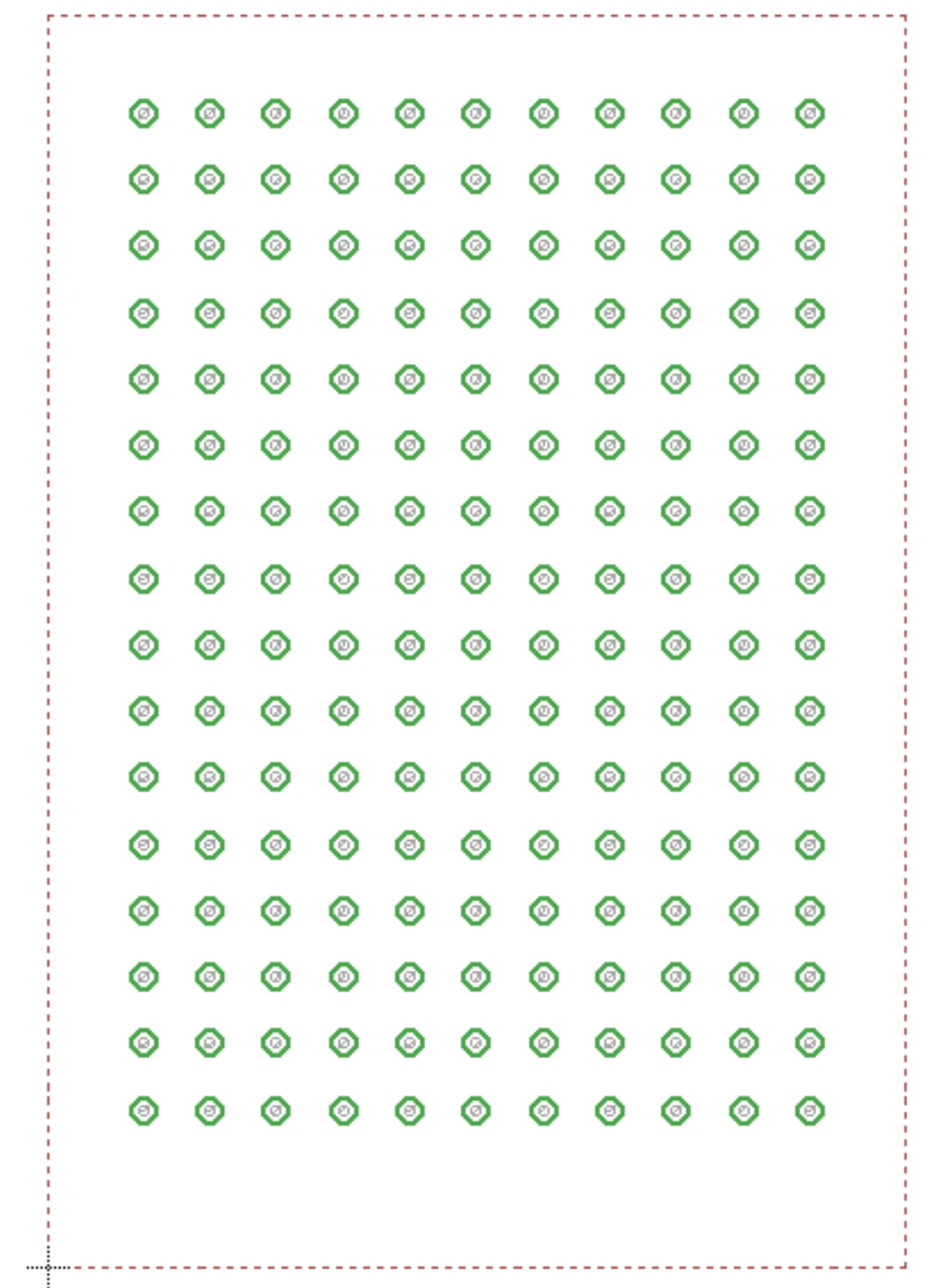


Figura 6.18 – Disposição dos LED's

```
#include <18F2550.H>
#use delay (clock=4000000)
#use standard_io(B)
#fuses Hs,NOWDT,PUT,NOLVP
#include "driver_lcd.c"
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

int inicio=0;
char string[4];
int tempo=160;

#int_timer1

void fazer_na_interrupt_timer1 ()
{
static int conta=0;
inicio=1;
conta++;
    if (conta==2)
    {
        conta=0;
        set_timer1(6070);
        tempo--;
        nokia_gotoxy(30,18);
        nokia_printchar("    ");
    }
    itoa(tempo,10,string);
    nokia_gotoxy(0,0);
    nokia_printchar("Tempo Restante");
    nokia_gotoxy(30,18);
    nokia_printchar(string[0]);
    nokia_printchar(string[1]);
    nokia_printchar(string[2]);
    nokia_printchar("s");
    nokia_gotoxy(30,18);
```



```
    if (tempo==0)
    {
        output_low(PIN_B3);
        output_low(PIN_B2);
        setup_timer_2 (T2_DIV_BY_4, 248, 1); // timer 2 = 1,008 khz
        set_pwm1_duty(100);
        inicio=0;
        tempo=160;
        disable_interrupts(int_timer1);
        nokia_clear_screen();
        nokia_gotoxy(16,0);
        nokia_printchar("Exposicao");
        nokia_gotoxy(16,9);
        nokia_printchar("Concluida");
        nokia_gotoxy(16,27);
        nokia_printchar("Retire a");
        nokia_gotoxy(18,36);
        nokia_printchar("sua PCB");
        delay_ms(5000);
        setup_timer_2 (T2_DISABLED,248,1); // timer 2 = 1,008 khz
        nokia_clear_screen();
    }
}

void main()
{
    setup_ccp1 (CCP_PWM);
    setup_timer_1 (T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_8);
    set_timer1(6070);
}
```

```
enable_interrupts(global);
nokia_init();

while(1)
{
    if (inicio==0)
    {
        nokia_gotoxy(17,0);
        nokia_printchar("FENIXTEC");
        nokia_gotoxy(0,18);
        nokia_printchar("Botao 1 ");
        nokia_print_uparrow();
        nokia_gotoxy(0,27);
        nokia_printchar("Botao 2 ");
        nokia_print_downarrow();
        nokia_gotoxy(0,36);
        nokia_printchar("Botao 1+2 ");
        nokia_print_downarrow();
        nokia_print_uparrow();
        nokia_gotoxy(17,0);
    }

    if (input(PIN_A4)==0 || input(PIN_B0)==0)
    {
        nokia_clear_screen();
        if (inicio==0)
        {
            nokia_gotoxy(17,0);
            nokia_printchar("FENIXTEC");
            nokia_gotoxy(0,18);
            nokia_printchar("Botao 1 ");
            nokia_print_uparrow();
            nokia_gotoxy(0,27);
            nokia_printchar("Botao 2 ");
            nokia_print_downarrow();
            nokia_gotoxy(0,36);
            nokia_printchar("Botao 1+2 ");
            nokia_print_downarrow();
            nokia_print_uparrow();
            nokia_gotoxy(17,0);
        }
    }
}
```

```

    }
    delay_ms(500);
    if (input(PIN_B0)==0 && input(PIN_A4)==1)
    {
        nokia_clear_screen();
        enable_interrupts(int_timer1);
        output_high(PIN_B2);
        output_low(PIN_B3);
    }
    if (input(PIN_A4)==0 && input(PIN_B0)==1)
    {
        nokia_clear_screen();
        enable_interrupts(int_timer1);
        output_high(PIN_B3);
        output_low(PIN_B2);
    }
    if (input(PIN_A4)==0 && input(PIN_B0)==0)
    {
        nokia_clear_screen();
        enable_interrupts(int_timer1);
        output_high(PIN_B2);
        output_high(PIN_B3);
    }
    nokia_clear_screen();
}

}

```

Anexo G – Logger

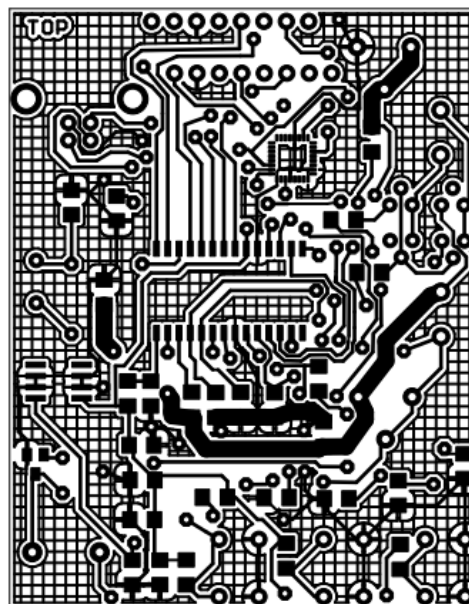


Figura 6.19 – Top

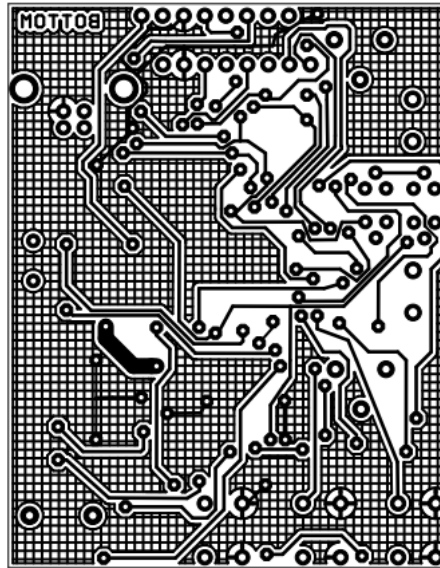


Figura 6.20 – Bottom

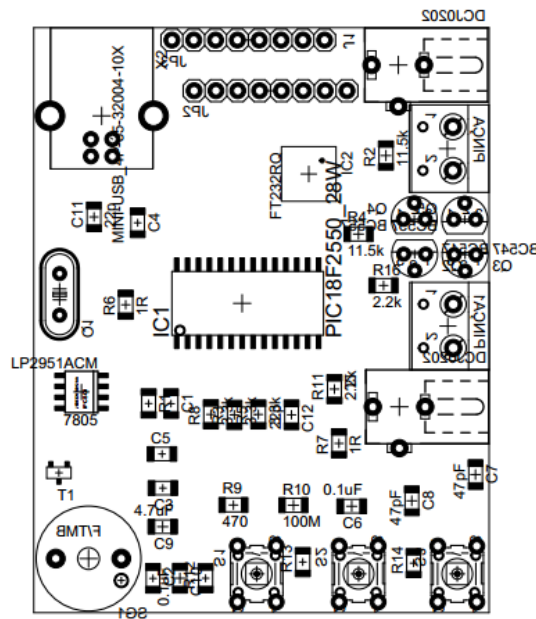


Figura 6.21 – Componentes

```

#include <18F2550.H>
#define adc=10
#define delay (clock=4000000)
#define standard_io(B)
#define fuses Hs,NOWDT,NOPUT,NOLVP,NOPROTECT,NODEBUG,NOBROWNOUT,NOCPU,NOWRT
#define rs232 (baud=9600,xmit=PIN_C7,rcv=PIN_C6)
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include "Flex_LCD.c"

int b=0;
long int ui,u1,u2,u3;
long int R=98900;
float i1,r2,ima,i,resui,resu1,resu2,resu3,resulmv,resu2mv;
float R1=0.5,k=0.02052785923753665,k1=0.00488758553274682;

#define timer3

void apita()
{
    if(r2<30)
    {
        setup_timer_2 (T2_DIV_BY_1, 248, 1); // timer 2 = 1,008 khz
        set_pwm1_duty(100);
    }
    if (r2>30)
    {
        setup_timer_2 (T2_DISABLED,248,1); // desligar timer/pwm
    }
    lcd_gotoxy(9,2);
    lcd_putc(" ");
    lcd_gotoxy(9,2);
    printf(lcd_putc,"Cont");
}

#define timer1

```

```
void cond()
{
    //Apresenta Amp
    if (i>1)
    {
        lcd_gotoxy(9,1);
        lcd_putc("      ");
        lcd_gotoxy(9,1);
        printf(lcd_putc,"%FA",i);
    }
    if (i<1)
    {
        ima=i*1000;
        lcd_gotoxy(9,1);
        lcd_putc("      ");
        lcd_gotoxy(9,1);
        printf(lcd_putc,"%FmA",ima);
    }
    //Apresenta V1
    if (resul>1)
    {
        lcd_gotoxy(1,1);
        lcd_putc("      ");
        lcd_gotoxy(1,1);
        printf(lcd_putc,"%FV",resul);
    }
    if(resul<1)
    {
        resulmv=resul*1000;
    }
}
```

```
        lcd_gotoxy(1,1);
        lcd_putc("      ");
        lcd_gotoxy(1,1);
        printf(lcd_putc,"%FmV",resu1mv);
    }
    //Apresenta V2
    if (resu2>1)
    {
        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("      ");
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc,"%FV",resu2);
    }
    if(resu2<1)
    {
        resu2mv=resu2*1000;
        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("      ");
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc,"%FmV",resu2mv);
    }
}

void main()
{
    setup_ccp1 (CCP_PWM);
    setup_timer_1 (T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1);
    setup_timer_3 (T3_INTERNAL | T3_DIV_BY_1);
    set_timer3(1000);
    set_timer1(500);
    enable_interrupts(global);
    setup_ADC_ports(ALL_ANALOG);
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    output_high(LCD_POWER); // Turn on power to LCD
    output_high(LCD_RW); // Set R/W pin on LCD to a low level
    lcd_init(); // Initialize the LCD
    enable_interrupts(int_timer1);
}
```

```

while(1)
{
    //OHMIMETRO

    set_adc_channel(4);
    u3=read_adc();
    delay_us(100);
    resu3=u3*k1;
    r2=((494500/resu3)-98900);
    if (input(PIN_A4)==0)
    {
        delay_ms(100);
        b++;
        if(b==1)
        {
            enable_interrupts(int_timer3);
        }
        if(b==2)
        {
            b=0;
            disable_interrupts(int_timer3);
            setup_timer_2 (T2_DISABLED, 248, 1);
            lcd_gotoxy(9, 2);
            lcd_putc("      ");
            lcd_gotoxy(9, 2);
        }
    }

    //AMPERIMETRO

    set_adc_channel(1);
    ui=read_adc();
    delay_us(100);
    resui=(k1*(ui));
    i1=resui/R;
    i=((R+R1)*i1)/R1;

    //VOLTIMETRO-CANAL 1

    set_adc_channel(2);
    u1=read_adc();
    delay_us(100);
    resul=(k*(u1));

    //VOLTIMETRO-CANAL 2

    set_adc_channel(3);
    u2=read_adc();
    delay_us(100);
    resu2=(k*(u2));
}
}

```


Anexo H – Sensor de corrente

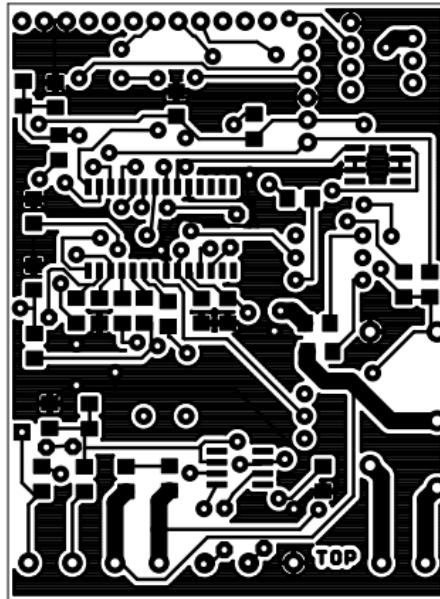


Figura 6.22 – Top

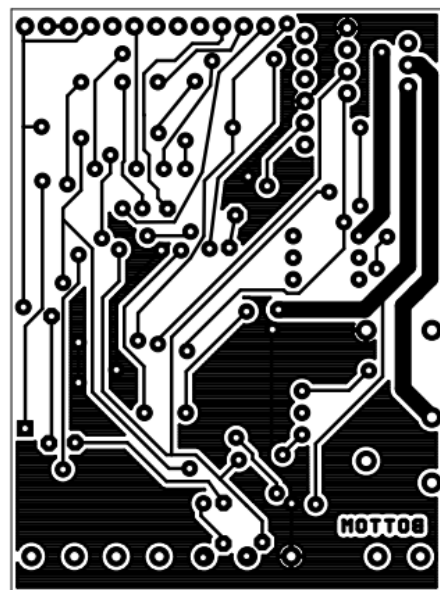


Figura 6.23 – Bottom

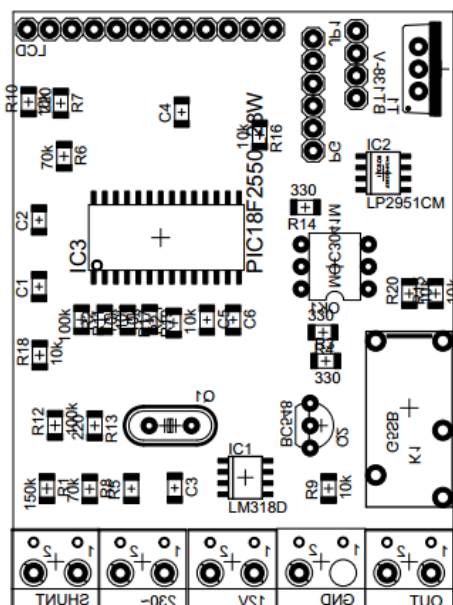


Figura 6.24 – Componentes

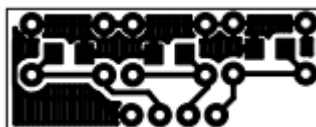


Figura 6.25 – Botões de pressão

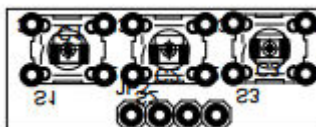


Figura 6.26 – Componentes

```
#include <18F2550.H>
#define adc=10
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#define delay (clock=4000000)
#define fuses HS,NOWDT,NOPUT,NOLVP,NOPROTECT,NODEBUG,NOBROWNOUT,NOCPPD,NOWRT
#include "Flex_LCD_1.c"

float k1=0.195503421,k=0.0782013685;
long int b=200,ui,u1,resui,resu1;

#int_timer1

void cond()
{
    disable_interrupts(int_timer3);
    lcd_gotoxy(1,1); //Apresenta Amp
    lcd_putc("      ");
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc,"I=%LuA",resui);
    lcd_gotoxy(1,2); //Apresenta V
    lcd_putc("      ");
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"U=%LuV",resu1);
}

#int_timer3

void config()
{
    disable_interrupts(int_timer1);
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("      ");
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc,"Config");
    lcd_gotoxy(1,2);
    lcd_putc("      ");
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"Id=%Lu",b);
    if (input(PIN_A3)==0) //A2
    {
```

```
    delay_ms(500);
    b++;
}
if (input(PIN_A5)==0) //A3
{
    delay_ms(500);
    b--;
}
if (input(PIN_A4)==0)
{
    delay_ms(3000);
    if (input(PIN_A4)==0)
    {
        write_eeprom(00,b);
        enable_interrupts(int_timer1);
        disable_interrupts(int_timer3);
    }
}
}

void main()
{
    b = read_eeprom (00);
    setup_timer_1 (T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1);
    setup_timer_3 (T3_INTERNAL | T3_DIV_BY_1);
```

```
set_timer1(500);
set_timer3(500);
enable_interrupts(global);
setup_adc_ports(AN0_TO_AN1); //AO_A1
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
output_high(LCD_POWER); // Turn on power to LCD
output_high(LCD_RW); // Set R/W pin on LCD to a low level
lcd_init(); // Initialize the LCD
enable_interrupts(int_timer1); //Leitura IU

while(1)
{
    set_adc_channel(0); //AMPERIMETRO
    ui=read_adc(); //0-5V
    delay_us(50);
    resui=(k1*(ui)); //0-200A

    if (resui>=b)
    {
        output_low(PIN_B1); //Activa TRIAC
    }

    set_adc_channel(1); //VOLTIMETRO
    u1=read_adc(); //0-5V
    delay_us(50);
    resul=(k*(u1)); //0-80V

    //Modo de configuração
    if (input(PIN_A4)==0)
    {
        delay_ms(3000);
        if(input(PIN_A4)==0)
        {
            disable_interrupts(int_timer1);
            enable_interrupts(int_timer3);
        }
    }
}
```